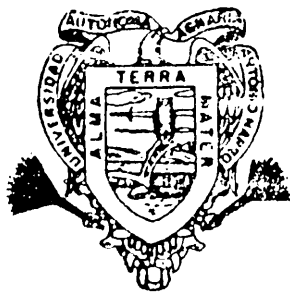


DETERMINACION DEL GRADO DE CLOROSIS Y  
SU RELACION CON CARACTERISTICAS  
AGRONOMICAS EN TRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)

HECTOR MANUEL CORTINAS ESCOBAR

T E S I S

Presentada como requisito parcial  
para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias  
Especialidad de Fitomejoramiento



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro  
PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.  
Septiembre 1985

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

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD  
DE FITOMEJORAMIENTO

C O M I T E     P A R T I C U L A R

Asesor principal:



Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi

Asesor:

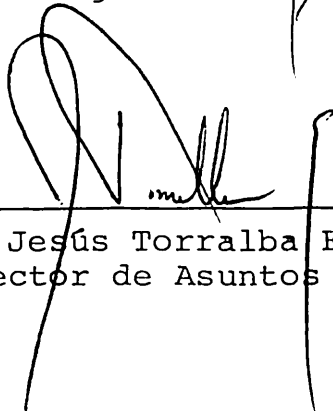


Dr. Fernando Galván Castillo

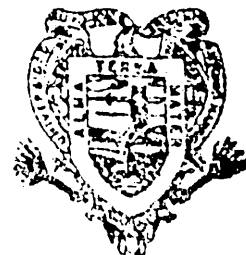
Asesor:



Ing. M.C. Adolfo García Salinas



Dr. Jesús Torralba Elguézabal  
Subdirector de Asuntos de Postgrado



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

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Septiembre 1985

## DEDICATORIA

A mis padres:

Enrique Cortinas  
Ma. Isabel Escobar

con admiración y respeto por  
el ejemplo brindado

A mi esposa e hija:

Sonia  
Sonia Cristina

por su apoyo y comprensión en la  
realización de una nueva meta

A mis hermanos:

Miguel  
Alma Rosario  
Ramiro Enrique  
José María  
Juan Eduardo  
Fernando  
Martha Isabel

con el mayor deseo de éxito

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por su apoyo institucional.

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

Al Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi por su valiosa orientación en la elaboración de este estudio.

Al Dr. Fernando Galván Castillo por su amistad y asesoría en la realización de la presente investigación.

Al Ing. M.C. Adolfo García Salinas por su colaboración y sugerencias en la preparación de esta tesis.

Al Dr. Dharampal Singh por su amistad y sus valiosas orientaciones.

A los Maestros y Autoridades del Programa de Graduados de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

A todas aquellas personas que de uno u otro modo contribuyeron a la realización de este trabajo.

## COMPENDIO

Determinación del grado de clorosis y su relación con características agronómicas en frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.)

POR

HECTOR MANUEL CORTINAS ESCOBAR

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTIEMBRE 1985

Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi - Asesor -

Palabras claves: Frijol, clorosis, variabilidad, rendimiento, componentes del rendimiento, parámetros genéticos, correlaciones

En el presente estudio se evaluaron 20 genotipos de frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón), dos ambientes (riego y temporal) y dos años (1983 y 1984) bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los objetivos fueron: Clasificar genotipos de acuerdo a su grado de resistencia a clorosis, identificar genotipos con alto potencial de rendimiento bajo condiciones de riego y

temporal, calcular parámetros genéticos y correlaciones entre diferentes variables.

Los análisis de varianza simples para ocho experimentos y combinados revelaron diferencias significativas para diversas características, indicando una amplia gama de variabilidad para todas las características. Cinco genotipos (S-17-RB, Ajuntas-21, Fe-30-RB, Ciateño, S-18-RB y S-19-RB) presentaron altos valores de rendimiento por hectárea y componentes del rendimiento tanto bajo riego como en temporal.

El grado de resistencia a clorosis fue clasificado en cinco grupos y se identificaron cinco genotipos (Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB, S-17-RB y Fe-22-RB) altamente resistentes a la deficiencia de fierro asimilable en el suelo las cuales se recomiendan para usarse como progenitores de genotipos que combinen alto rendimiento y alta resistencia a clorosis.

Por efecto de la clorosis el rendimiento por hectárea se redujo un 106 por ciento, 55 por ciento el número de vainas por planta, 20 por ciento el número de semillas por vaina y nueve por ciento el peso de 100 semillas.

A causa de la sequía se redujo un 69 por ciento el rendimiento por hectárea, 19 por ciento el número de vainas por planta, 25 por ciento el número de semillas por vaina y 10 por ciento el peso de 100 semillas.

El rendimiento por hectárea presentó correlaciones positivas y significativas con vainas por planta y semillas por vaina. La clorosis se correlacionó negativa y significativa

tivamente con rendimiento por hectárea, vainas por planta y semillas por vaina.

El cálculo de los parámetros genéticos indicó que la constitución genética es más importante que el ambiente en la herencia de todas las características.

## ABSTRACT

Determination of the degree of chlorosis and its relation with agronomic characteristics in drybeans (*Phaseolus vulgaris*, L.)

By

HECTOR MANUEL CORTINAS ESCOBAR

MASTERS DEGREE IN

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTIEMBRE, 1985

Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi - Mayor Advisor -

Key words: Drybean, chlorosis, variability, yield, yield components, genetics parameters and correlations.

Twenty genotypes of drybean with broad spectrum of variability were evaluated in two locations (Río Bravo and El Tapón), two environments (irrigated and dry) and two years (1983 and 1984) using a randomized blocks design with four replications with an object of classifying genotypes for their degree of resistance to chlorosis, to identify potential genotypes for grain yield under irrigated and dry environments, to calculate genetic parameters and correlations between different characters.



The analysis of variance for each of the eight experiments and combined analysis showed significant differences for several characteristics revealing considerable variability in the material. Five genotypes (S-17-RB, Adjuntas-21, -Ciateño, S-18-RB and S-19-RB) have recorded higher values for yield and its components under irrigated and dry conditions.

The degree of resistance to chlorosis was classified into five groups and identified five highly resistant lines (Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB, S-17-RB and Fe-22-RB) to chlorosis and recommended as parental material in the hybridization program for developing high yielding genotypes combined with highly resistant character to chlorosis.

The effect of chlorosis reduced 106 per cent of grain yield, 55 per cent pods per plant, 20 per cent, number of seed per pod and nine per cent grain weight. The drought has reduced 69 per cent grain yield, 19 per cent pods per plant, 25 per cent number of seeds per pod and 10 per cent seed weight.

The grain yield was positively and significantly correlated with pods per plant and seeds per pod. The chlorosis was negatively and significantly correlated with grain yield, pods per plant and seeds per pod.

The results of the genetic parameters indicated that the genetic portion of the variance was very important in the formation of several characters when compared to environmental variance.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS . . . . .	xi
INTRODUCCION . . . . .	1
REVISION DE LITERATURA . . . . .	4
INFORMACION GENERAL SOBRE FRIJOL . . . . .	4
RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN FRIJOL . . . . .	5
METODOS DE MEJORAMIENTO EN FRIJOL . . . . .	8
CORRELACIONES ENTRE DIFERENTES VARIABLES DE FRIJOL . . . . .	9
DEFICIT DE Fe Y SUS EFECTOS EN FRIJOL Y OTRAS LEGUMINOSAS . . . . .	13
MATERIALES Y METODOS . . . . .	18
RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	33
EXPERIMENTOS BAJO CONDICIONES DE RIEGO (I, II, III y IV) . . . . .	33
EXPERIMENTOS BAJO CONDICIONES DE TEMPO- RAL (V, VI, VII y VIII) . . . . .	60
CLASIFICACION DE GENOTIPOS DE ACUERDO A SU GRADO DE CLOROSIS . . . . .	91
PARAMETROS GENETICOS . . . . .	94
CONCLUSIONES . . . . .	103
RESUMEN . . . . .	106
LITERATURA CITADA . . . . .	108
APENDICES . . . . .	113
APENDICE A . . . . .	114

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1.	Características y origen de los genotipos incluidos en el estudio . . . . .	23
3.2.	Detalles de los diferentes experimentos incluidos y características del suelo en diferentes localidades . . . . .	30
4.1.	Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol en Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego . . . . .	34
4.2.	Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego . . . . .	37
4.3.	Correlaciones fenotípicas simples y combinadas (c) entre diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego . . . . .	46
4.4.	Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego . . . . .	49

Cuadro No.		Página
4.5.	Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego . . . . .	51
4.6.	Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol en Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego . . . . .	52
4.7.	Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego . . . . .	54
4.8.	Correlaciones fenotípicas simples y combinadas (C) entre diferentes características agronómicas de frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego . . . . .	57
4.9.	Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego . . . . .	58
4.10.	Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego . . . . .	59

4.11.	Análisis de varianza combinado para dife <u>r</u> entes características agronómicas en - frijol en dos localidades (Río Bravo y - El Tapón) y dos ciclos (otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984) bajo - condiciones de riego . . . . .	61
4.12.	Promedio de diferentes características - agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) y dos ciclos (otoño-invierno de 1983 y primavera-verano - 1984) bajo condiciones de riego . . . . .	62
4.13.	Análisis de varianza para diferentes ca- racterísticas agronómicas en frijol en - Río Bravo (RB) y El Tapón (T) en el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de temporal . . . . .	63
4.14.	Promedio de diferentes características - agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condi- ciones de temporal . . . . .	66
4.15.	Correlaciones fenotípicas simples y com- binadas entre diferentes características agronómicas en frijol en las localidades de Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo con- diciones de temporal . . . . .	74

4.16.	Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de temporal	77
4.17.	Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de temporal . . . . .	79
4.18	Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol en Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal . . . . .	80
4.19.	Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal . . . . .	82
4.20	Correlaciones fenotípicas simples y combinadas (C) entre diferentes características agronómicas de frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal . . . . .	85

Cuadro No.		Página
4.21.	Análisis de varianza combinado para dife- rentes características agronómicas en - frijol en dos localidades (Río Bravo y - El Tapón) durante el ciclo primavera-ve- rano de 1984 bajo condiciones de tempo - ral . . . . .	86
4.22	Promedio de diferentes características - agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal . . . . .	88
4.23.	Análisis de varianza combinado para dife- rentes características agronómicas en - frijol en dos localidades (Río Bravo y - El Tapón) y dos ciclos (otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984) bajo - condiciones de temporal . . . . .	89
4.24.	Promedio de diferentes características - agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón); y dos ciclos - (otoño-invierno de 1983 y primavera-ve <u>ra</u> no 1984) bajo condiciones de temporal . . .	90
4.25	Clasificación del grado de resistencia y susceptibilidad a clorosis en 20 genoti- pos de frijol en 1983 y 1984 bajo condi- ciones de riego y temporal en Río Bravo	92

4.26.	Varianzas genéticas ( $V_G$ ), fenotípicas - ( $V_f$ ) y heredabilidad (%) en sentido amplio de ocho características agronómicas de frijol en ocho ambientes del norte de Tamaulipas . . . . .	95
4.27.	Varianzas genéticas ( $V_G$ ), fenotípicas - ( $V_f$ ) y heredabilidad (%) en sentido amplio de ocho características agronómicas de frijol en dos y cuatro ambientes del norte de Tamaulipas . . . . .	96



## . INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es una leguminosa muy importante por su alto contenido de proteína y la cantidad de grano consumido por el pueblo mexicano. México es el centro primario del frijol y cuenta con gran variabilidad para diferentes características. La superficie dedicada a su cultivo en nuestro país es de aproximadamente dos millones de hectáreas por año, de las cuales un 85 por ciento se desarrolla bajo condiciones de temporal y el resto bajo riego. Los rendimientos medios bajo condiciones favorables oscilan alrededor de 1300 kg/ha y 500 kg/ha bajo temporal.

Los bajos rendimientos se atribuyen a la acción e interacción de diversos factores como plagas, enfermedades, sequía, exceso o deficiencia de macro y micronutrientes. Específicamente en la región agrícola del norte de Tamaulipas, la deficiencia de fierro asimilable ha sido identificada como la causante principal de la clorosis que se presenta en las hojas de frijol. Este factor limita el desarrollo de la planta y en casos severos causa la muerte de la misma. La clorosis normalmente se expresa en las plantas cultivadas en suelos calcáreos de escasa precipitación y puede reducir entre un 40 por ciento a 75 por ciento el rendimiento de las variedades susceptibles de frijol.

La deficiencia de fierro en las plantas es causada - por diferentes factores, cuya importancia puede variar entre localidades y años, lo cual produce una gran cantidad de interacciones entre dichos factores, incrementa el valor de la interacción del genotipo con el medio ambiente y dificulta - la corrección del problema.

Los métodos para controlar la deficiencia de fierro incluyen la aplicación de micronutrientes, un adecuado manejo del cultivo y el uso de variedades resistentes. El mejoramiento genético para desarrollar variedades resistentes es el método más eficiente, económico y fácilmente adoptado por el agricultor, ya que elimina los altos costos de los micronutrientes y su aplicación.

En los recursos naturales del banco de germoplasma - de frijol en México existe amplia diversidad genética para - el grado de resistencia y susceptibilidad a clorosis, por lo cual es conveniente evaluar dichos recursos e identificar - genotipos altamente resistentes a la deficiencia de fierro.

La literatura publicada sobre los factores que provocan el desarrollo de la clorosis y especialmente con respecto a genotipos resistentes a clorosis bajo condiciones de - riego y temporal es muy escasa, por lo cual la presente investigación pretende obtener información sobre resistencia a clorosis utilizando 20 genotipos de frijol en dos localidades, dos ambientes en cada localidad y dos ciclos agrícolas con los siguientes objetivos:

1. Clasificar el grado de resistencia a clorosis - en diferentes genotipos de frijol bajo condiciones de riego y temporal.
2. Observar el efecto de ambientes sobre el comportamiento del frijol, con especial referencia a clorosis.
3. Determinar el efecto de la clorosis sobre el - rendimiento y sus componentes en frijol bajo - condiciones de riego y temporal.
4. Identificar genotipos que combinen alto rendimiento y resistencia a clorosis en dos ambientes y
5. Estudiar parámetros genéticos, correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético - del frijol bajo deficiencia de fierro.

## REVISION DE LITERATURA

Esta investigación fue diseñada para obtener información con respecto a la variabilidad presente en el rendimiento, sus componentes, características agronómicas, grado de resistencia a deficiencia de fierro (Fe) y calcular los parámetros genéticos y correlaciones entre diferentes variables en frijol, por lo cual, la literatura relacionada en estas áreas se presenta en los siguientes párrafos.

### Información General sobre Frijol

De acuerdo con CIAT (1980) el frijol común pertenece a la familia Leguminosae, sub-familia Papilionadae y tribu Phaseolae dentro del orden Rosales, su nombre científico completo es *Phaseolus vulgaris* L., asignado por Linneo en 1753.

El frijol es un cultivo cuyo grano, rico en proteínas, ha jugado un papel importante en la alimentación del hombre desde que se recolectaba hasta el día de hoy. Actualmente, su cultivo está distribuido en todo el planeta, incluyendo toda América, Europa, Asia y África, cultivándose en lugares que oscilan entre cero y 2200 msnm, es decir en climas que van desde templados hasta tropicales y de áridos a húmedos.

Sanders y Alvarez (1978) indican que en comparación con la proteína animal, las leguminosas son una fuente barata de proteínas.

Zelada (1984) menciona que en México el frijol es consumido en todos los estratos de la sociedad, especialmente en las clases de bajos recursos. La mayoría de los agricultores tienden a seguir sistemas tradicionales de producción para autoconsumo, cultivan pequeños terrenos y no pueden invertir capital en el cultivo.

CIAT (1973) reporta que Vavilov encontró la más amplia variación de *P. vulgaris*, *P. coccineus*, *P. lunatus* y *P. acutifolius* en el sur de México y América Central, constituyendo esta área el centro primario de diversidad; otras áreas de menor diversidad, tales como Sudamérica y China, han sido llamados centros secundarios de diversidad.

### Rendimiento y sus Componentes en Frijol

Denis y Adams (1978) mencionan que el rendimiento actual de las variedades de frijol es bajo si se compara con el de la mayoría de los otros cultivos. Aún cuando se han obtenido avances en otros aspectos, no ha sido posible mejorar marcadamente el rendimiento de las leguminosas de grano.

Salinas (1982) indica que en muchas leguminosas de grano el rendimiento por planta puede considerarse como el producto del número de vainas por planta, semillas por vaina y peso medio de una semilla. En frijol, se ha identificado

al número de vainas por planta y semillas por vaina como los principales componentes morfológicos que determinan el rendimiento. Los componentes del rendimiento se pueden definir como los factores morfológicos y fisiológicos que directa o indirectamente influyen en el rendimiento.

De acuerdo con Adams (1967) la consecución de la forma y función de una característica en la planta, como el rendimiento, depende de una cadena de eventos interrelacionados, los cuales son secuenciales en tiempo, regulados por genes y sujetos a la influencia modificadora de fuerzas no genéticas.

Kambal (1969) indica que el rendimiento es un carácter complejo, determinado por diversos componentes. En un intento de mejorar el rendimiento deben examinarse los diversos componentes y dar mayor atención a los que tengan mayor influencia en dicho carácter.

Yassin (1973) reporta que el rendimiento es heredado cuantitativamente y es influenciado por efectos genéticos y por la interacción del genotipo con el medio ambiente. El rendimiento por sí mismo, no es el mejor criterio de selección y por eso es importante estudiar sus componentes y el grado de asociación de éstos con el rendimiento.

Krarup y Davis (1970) mencionan que las vainas por planta, semillas por vaina y peso de semilla han sido reportados como los más importantes componentes del rendimiento en muchos cultivos de leguminosas.

De acuerdo con Sarafi (1978), Adams (1967) y Duarte y Adams (1972) los componentes de rendimiento de primer orden en frijol son: número de vainas por planta, semillas por vaina y peso de semilla, mientras que los de segundo orden son el número y tamaño de hoja.

Kambal (1969) plantea que el rendimiento del frijol es el producto del número por el peso de semilla, mientras que el número de semillas por planta es el producto del número de vainas por semillas por vaina.

### Métodos de Mejoramiento en Frijol

Miranda (1966) sugiere dos métodos de mejoramiento para el frijol: Método de selección en masa y método HIMSI (Hibridación, siembra en masa y selección individual). El método de selección en masa consiste básicamente en identificar la mejor variedad regional y de esta manera aumentar la producción por unidad de superficie. El método HIMSI consiste en hibridar, sembrar en masa desde la generación  $F_1$  hasta la  $F_8$  sin seleccionar y continuar mediante selección individual hasta la obtención de variedades.

Smartt (1976) menciona que los principales métodos de selección que pueden usarse en leguminosas son: Selección masal y selección por pedigree. El método de selección masal es muy simple y consiste en escoger las mejores plantas en una población y a partir de ellas formar una nueva población mejorada. Por otra parte, el método de selección por -

pedigree, consiste en eliminar plantas en cada generación - segregante para quedarse al final con una o más líneas genéticamente puras, llevando un registro de los padres y de las generaciones; las modificaciones a este método son: Método masal seguido de pedigree, método complejo de población masal, método de retrocruzas y método de cruas múltiples.

Allard y Bradshaw (1964) indican que una alta intersección genotipo-ambiente cuando un cultivo es probado a través de una región, sugiere que dicha región incluye un número de diferentes y especiales ambientes. Este tipo de interacción también indica que debe desarrollarse un programa - apropiado de mejoramiento para desarrollar variedades adaptadas a cada ambiente. Esta forma de acción usualmente es factible, ya que parece no haber un límite a la variabilidad - disponible en las plantas para adaptarse a condiciones de diferente temperatura, fotoperíodo, fertilidad del suelo, métodos de cosecha y otros.

Rocha (1984) al calcular las varianzas fenotípicas - y genotípicas en diferentes características de frijol, encontró que la heredabilidad difiere de acuerdo a la localidad. Las características con mayor heredabilidad fueron: Días a primera flor, altura de planta, ancho de vaina y peso de 100 semillas, indicando que la selección para estos caracteres - será mas efectiva.

Mosqueda (1984) calculó la heredabilidad en sentido amplio para varios caracteres en frijol y encontró valores - superiores a 80 por ciento para nudos de primera flor, días



a primera flor, altura de planta, número de nudos, granos - por vaina y peso de 100 semillas, concluyendo que es posible realizar una selección efectiva para estos caracteres.

Espinosa (1984) estimó parámetros genéticos en algunas características de frijol y reporta alta heredabilidad - en sentido amplio para número de hojas, área foliar, días a floración y altura de planta.

Yassin (1973) trabajando en haba (*Vicia faba* L.), - estimó heredabilidades en sentido amplio de 88.1 por ciento, 93.7 por ciento y 54.7 por ciento para los caracteres de rendimiento por hectárea, peso de 1000 semillas y vainas por planta; la heredabilidad para semillas por vaina fue cero ya que la varianza observada fue debida a los efectos del ambiente interactuando con las variedades.

Weber y Moorthy (1952) mencionan que la heredabilidad en sentido amplio se refiere al comportamiento de un genotipo como una unidad y es usada en contraste con los efectos del ambiente; además, utilizan la heredabilidad en sentido amplio de un carácter para indicar aquel porcentaje de la expresión de un carácter que está bajo control genético.

### Correlaciones entre Diferentes Variables de Frijol

Duarte y Adams (1972) estudiando algunos componentes de rendimiento en frijol, encontraron que el rendimiento se correlaciona positiva y significativamente con el número de

vainas por planta, semillas por vaina y peso de semilla; la correlación entre peso de semilla con número de vainas por planta y semillas por vaina fue negativa y significativa; además, también indican que el número y tamaño de hojas están fuertemente asociadas con el número de vainas y el peso de semilla:

Davis y Evans (1977) reportaron correlaciones positivas entre el rendimiento del frijol con el número de vainas por planta y longitud de vaina. La longitud del tallo principal y el número de nudos se correlacionaron en forma positiva con la altura de última vaina y tiempo de maduración, mientras que en forma negativa con rendimiento y forma de semilla. El número de vainas por planta presentó una correlación positiva con altura de última vaina y negativa con la forma de semilla; otra correlación negativa se presentó entre el número de granos por vaina y la altura de última vaina.

Mosqueda (1984) analizando correlaciones y componentes de rendimiento en frijol, encontró que el rendimiento por hectárea se correlaciona positivamente con peso de planta y rendimiento por planta; otras correlaciones positivas se presentan entre altura de planta y nudos del tallo principal, nudos totales, racimos totales, peso de planta y ancho de vaina; el nudo de primera flor se correlacionó en forma positiva con días a primera flor, número de nudos del tallo principal, racimos totales, y en forma negativa con altura de cobertura y granos por vaina; también se observó una correlación

negativa entre número de granos por vaina y peso de 100 semillas.

Sánchez (1981) al realizar un estudio de parámetros de estabilidad en frijol, calculó correlaciones positivas y significativas del rendimiento por hectárea con peso de 100 semillas, rendimiento por planta y número de semillas por vaina.

Espinoza (1984) analizó las correlaciones del área foliar en frijol y observó que ésta se encuentra fuertemente asociada en forma positiva con el rendimiento biológico, rendimiento de grano por planta y rendimiento por hectárea; otra correlación positiva se presentó entre el largo y ancho de hoja.

Picasso (1973) estudió correlaciones e índices de eficiencia en frijol y reporta que el rendimiento por hectárea se correlaciona positivamente con la relación grano/tiempo, semillas por vaina, peso de paja y relación grano/paja; correlaciones positivas también se presentaron entre días a floración con número de vainas por planta y rendimiento de grano con rendimiento de paja; además, el número de granos por vaina y peso de 100 semillas se correlacionaron negativamente.

Kambal (1969) trabajando en haba (*Vicia faba*, L.), menciona que el rendimiento se correlaciona positiva y significativamente con el número de vainas por planta y semillas por vaina, mientras que estos últimos caracteres presentan correlación negativa con el peso de 100 semillas. La alta -

correlación del rendimiento con el número de vainas es de gran interés para el fitomejorador, ya que la determinación de este carácter en el campo es relativamente fácil.

Sarafi (1978) menciona que los coeficientes de correlación negativos entre componentes del rendimiento sugieren que un incremento en un componente pudiera conducir a la reducción del otro.

Yassin (1973) indica que las correlaciones negativas entre características importantes pueden conducir a la selección de variedades con características indeseables, por ejemplo, en Sudan el tamaño de la semilla de haba es un importante carácter de calidad y la selección para alto número de vainas por planta pudiera conducir a variedades de grano pequeño.

De acuerdo con Al-Jiburi *et al.* (1958) si la asociación negativa entre caracteres es debida a efectos pleiotrópicos puede ser muy difícil obtener las combinaciones de genes deseados, mientras que si está involucrado el ligamiento será necesario un programa especial de fitomejoramiento para romper dicho ligamiento.

Muñoz (1965) realizó un estudio de correlaciones en la generación F<sub>2</sub> de cruces en frijol y encontró que el rendimiento se correlaciona positiva y significativamente con días a floración, vainas por planta y peso de semilla; por otro lado, el carácter días a floración se correlacionó también positivamente con vainas por planta, longitud de semilla con número de semillas por vaina y número de vainas con peso de

100 semillas.

Gharderi *et al.* (1978) plantea que la heterosis, superioridad de híbridos sobre sus padres, es proporcional a la distancia genética entre sus respectivos padres. En ausencia de otra información, la diversidad de origen o geográfica ha sido usada como una medida de distancia. En frijol, se han encontrado correlaciones significativas y positivas entre distancia parental y heterosis para las características de rendimiento de grano, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de hoja.

Salinas (1982); reporta que en ciertos experimentos se han presentado correlaciones significativas del rendimiento con diferentes características, sin embargo, su poca repetitividad en otros experimentos y su manifestación en forma de correlaciones negativas y positivas no permite hacer una consideración definitiva acerca de su influencia sobre dicho carácter. Entre las características que caen en esta última categoría se encuentran el peso de 100 semillas, la longitud de vaina, los días a floración, el área foliar, el peso seco de planta y la altura.

#### **Déficit de Fe y sus Efectos en Frijol y otras Leguminosas**

Tiffin (1983) indica que el Fe en la semilla se ubica en la clase de micronutrientes que generalmente se encuentra en cantidades no adecuadas excepto en las etapas tempranas

de la plántula, a pesar de las cantidades relativamente elevadas que pueden encontrarse en semillas grandes; menciona también que algunos investigadores han mostrado que al inicio de la germinación de soya, la distribución aproximada de Fe es de 94 por ciento en los cotiledones y seis por ciento en los otros tejidos. Después de seis días, la distribución era 43 por ciento en los cotiledones y 57 por ciento en los otros tejidos. También encontraron que la deficiencia de Fe aceleró la translocación de este elemento de los cotiledones y que el exceso o suficiencia suprime su movilización.

Brown y Tiffin (1960) encontraron que el Fe en la semilla de soya permite el crecimiento de las plantas sin desarrollar clorosis hasta la aparición de la segunda hoja trifoliada.

De acuerdo con Brown *et al.* (1967) antes de que el Fe pueda ser absorbido por la raíz, es necesario reducirlo de su estado férrico ( $Fe^{3+}$ ) a ferroso ( $Fe^{2+}$ )

Ambler *et al.* (1971) aportaron evidencia de que las áreas de elongación y maduración de las raíces laterales jóvenes presentan una mayor contribución a la capacidad reductora de una planta, así como también una mayor absorción y translocación.

Brown *et al.* (1967) indican que la reducción de  $Fe^{3+}$  a  $Fe^{2+}$  está relacionada con la tensión férrica que se desarrolla dentro de la planta.

Ambler *et al.* (1971) mencionan que una variedad que pueda usar el Fe del suelo bajo condiciones de tensión férrica es llamada Fe-eficiente, mientras que aquella que desarrolle clorosis es llamada Fe-ineficiente.

Las plantas Fe-eficientes liberan iones  $H^+$  y compuestos reductores por sus raíces cuando se encuentran bajo deficiencia de Fe, además el pH de la zona de la raíz es reducido, lo cual favorece la solubilidad de  $Fe^{3+}$  y su reducción a  $Fe^{2+}$  (Brown y Jones, 1976 y Brown, 1961).

Leal-Díaz (1964), reporta que el incremento de iones  $H^+$  aumenta la concentración de  $Fe^{3+}$  libre y reduce la tendencia de  $Fe^{2+}$  a ser oxidado a  $Fe^{3+}$ .

De acuerdo con Egmond y Atakas (1977) los factores que contribuyen favorablemente en la utilización eficiente del Fe son:

- a). Exhudación de  $H^+$  en el medio circundante de la raíz
- b). Reducción de  $Fe^{3+}$  a  $Fe^{2+}$  en la superficie radicular
- c). Acumulación de citratos en la raíz para el transporte del Fe como citrato de fierro
- d). Reducción concomitante de fósforo en la savia de la raíz

Brown (1961) indica que los factores que causan la clorosis férrica son: bajo suministro de Fe, carbonatos de

calcio en el suelo, bicarbonatos en el suelo o agua de riego, sobreirrigación o alto nivel de humedad, alto nivel de fosfatos, altos niveles de metales pesados como: Magnesio (Mg), Cobre (Cu) y Zinc (Zn), altas o bajas temperaturas, alta intensidad de luz, altos niveles de nitratos de nitrógeno, desbalance de cationes, baja aereación del suelo, virus y daño de raíces por nemátodos u otros organismos. En general, cualquier factor que intervenga en la absorción o utilización del Fe puede causar una deficiencia de este elemento.

Ambler *et al.* (1970) mencionan que la deficiencia de Fe en las plantas puede ser causada por varios factores que intervienen en la absorción y translocación. Algunos de estos factores son: Desbalance de microelementos, pH altos, - plantas Fe-ineficientes, baja capacidad reductora de la raíz y la oxidación de  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$ .

Bowen (1981) reporta que el primer síntoma visible de deficiencia de Fe es un moteado clorótico entre las nervaduras de las hojas nuevas en formación. A medida que la deficiencia se hace más severa, las áreas moteadas se tornan amarillas. En casos de deficiencia severa, toda la hoja, incluso las nervaduras, se torna amarilla y a veces hasta blanca. A medida que esa condición empeora, las partes cloróticas o toda la hoja se vuelve necrótica. Las plantas resultan delgadas y débiles y no producen floración ni fructificación normales. El desarrollo de la planta queda muy retardado y puede morir.



Gray *et al.* (1974) indican que en el campo la deficiencia de Fe se manifiesta en manchones de forma irregular y puede ser enmascarada por diversos factores ambientales.

Niebur y Fehr (1981) mencionan que la incapacidad de una planta para obtener suficiente Fe durante su desarrollo vegetativo resultará en una alteración de las funciones metabólicas esenciales de la cual no se sobrepone durante el desarrollo reproductivo.

Brown y Jones (1976) han reportado evidencia de que el uso del Fe por las plantas es controlado genéticamente por un mecanismo adaptativo el cual es activado en las plantas Fe-eficientes en respuesta a una deficiencia de Fe pero permanece inactivo si el Fe es suficiente.

Weiss (1943) encontró que la resistencia a clorosis en soya es controlada por un gene dominante (Fe) sobre un gene recesivo (fe) para susceptibilidad.

Cianzio y Fehr (1980) encontraron que la resistencia a clorosis en la soya es controlada por un gene mayor influenciado por genes modificadores.

Prohaska y Fehr (1981) indican que la resistencia genética a clorosis férrica puede ser considerada un carácter cuantitativo debido al gran efecto de los genes modificadores y el ambiente sobre la expresión del carácter.

Cianzio y Fehr (1982) mencionan que la resistencia a clorosis férrica en soya puede variar dependiendo de los padres usados para desarrollar poblaciones y de las condiciones

de prueba para evaluar el caracter.

Ambler *et al.* (1971) asegura que las especies de plantas y variedades dentro de especies difieren en su uso del Fe en un suelo alcalino.

Cianzio *et al.* (1979) reporta que existen diferencias entre especies y variedades en su capacidad para absorber Fe una vez que ha sido agotado el suministro de la semilla.

Galván (1983) indica que el hecho de que las plantas difieran en su capacidad para utilizar el Fe permite una solución adecuada y económica a largo plazo al problema de la clorosis férrica.

Froehlich y Fehr (1981) y Niebur y Fehr (1981) indican que para lograr la eliminación de las pérdidas en rendimiento debidas a clorosis férrica, deben obtenerse variedades que no muestren síntomas de deficiencia en suelos calcáreos.

Froehlich y Fehr (1981) reportan reducciones del 31.1 por ciento y 20.5 por ciento en rendimiento y altura respectivamente, cuando la soya es sembrada en suelos calcáreos con problema de clorosis. Además, la madurez presentó un retraso de un cinco por ciento y el peso de 100 semillas se redujo en un seis por ciento.

## MATERIALES Y METODOS

Para lograr los objetivos planteados se efectuaron - ocho experimentos los cuales se establecieron en dos localidades: Campo Agrícola Experimental Río Bravo (CAERIB) y Campo agrícola Experimental Auxiliar El Tapón (CAEAT), pertenecientes al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - (INIA) y ubicados en los municipios de Río Bravo y Valle Hermoso respectivamente, en el estado de Tamaulipas.

En cada localidad se establecieron dos experimentos, uno bajo condiciones de riego y otro bajo temporal; además - las evaluaciones se llevaron a cabo durante dos ciclos agrícolas: otoño-invierno (tardío) de 1983 y primavera-verano (temprano) de 1984. Las variantes de localidad, condición de humedad y ciclo agrícola proporcionaron un total de ocho ambientes diferentes. Los títulos de los experimentos son los siguientes:

### Experimento I

Evaluación de 20 genotipos de frijol para determinar su reacción a clorosis y estudiar el rendimiento y sus componentes en Río Bravo durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego.

### Experimento II

Evaluación de 20 genotipos de frijol para determinar su reacción a clorosis y estudiar el rendimiento y sus componentes en El Tapón durante el ciclo otoño-invierno de 1983 - bajo condiciones de riego.

### Experimento III

Evaluación de 20 genotipos de frijol para determinar su reacción a clorosis y estudiar el rendimiento y sus componentes en Río Bravo durante el ciclo primavera-verano de - - 1984 bajo condiciones de riego.

### Experimento IV

Evaluación de 20 genotipos de frijol para determinar su reacción a clorosis y estudiar el rendimiento y sus componentes en El Tapón durante el ciclo primavera-verano 1984 bajo condiciones de riego.

### Experimento V

Evaluación de 20 genotipos de frijol para determinar su reacción a clorosis y estudiar el rendimiento y sus componentes en Río Bravo durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de temporal.

### Experimento VI

Evaluación de 20 genotipos de frijol para determinar su reacción a clorosis y estudiar el rendimiento y sus componentes en El Tapón durante el ciclo otoño-invierno de 1983 - bajo condiciones de temporal.

### Experimento VII

Evaluación de 20 genotipos de frijol para determinar su reacción a clorosis y estudiar el rendimiento y sus componentes en Río Bravo durante el ciclo primavera-verano 1984 - bajo condiciones de temporal.

### Experimento VIII

Evaluación de 20 genotipos de frijol para determinar su reacción a clorosis y estudiar el rendimiento y sus componentes en El Tapón durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal.

Las generalidades de los experimentos se presentan en seguida:

#### Experimento I

Los genotipos incluidos en el experimento fueron proporcionados por los investigadores del programa de frijol y soya del CAERIB. Las características y origen de dichos -

genotipos se presentan en el Cuadro 3.1.

De los 20 genotipos incluidos, 17 son originarios del norte de Tamaulipas, uno del sur del mismo estado, uno de Veracruz y uno del estado de Querétaro. Se presentan dos tipos de hábito de crecimiento en los materiales, 14 de ellos tienen hábito indeterminado con crecimiento erecto (hábito tipo II) y seis genotipos presentan hábito indeterminado con numerosas ramas postradas (hábito tipo III). El peso de 100 semillas varía de 15 a 32 g y se observan diferentes grados de color de semilla que incluye el negro, bayo, rosado, bayo-negro bayo-café y bayo morado. En lo que respecta al grado de clorosis se incluyen dos genotipos resistentes, 16 genotipos moderadamente resistentes y dos susceptibles. Las anteriores características corresponden a observaciones realizadas en los estudios de 1981 y 1982 en el CAERIB. Estos genotipos contienen una amplia gama de variabilidad genética para todas las características agronómicas y para el grado de resistencia y susceptibilidad a clorosis.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental se formó de cuatro surcos de cinco metros de longitud; la distancia entre surcos fue de 80 cm, mientras que entre plantas fue de cinco centímetros. La parcela útil fue formada por los mismos cuatro surcos a los cuales se eliminó 50 cm en cada extremo para un total de 12.8 m<sup>2</sup> de superficie.

La siembra del experimento se realizó el día 11 de agosto de 1983. Se aplicó un riego de presiembra y uno de -

Cuadro 3.1. Características y origen de los genotipos incluidos en el estudio

Genotipo	Reacción a clorosis	Hábito de crecimiento*	Color de grano	Peso de 100 semillas (g)	Origen de la semilla
Mulato	Tolerante	III	bayo-negro	22	Tamaulipas
Azabache	Tolerante	II	negro	18	Tamaulipas
Delicias-71	Tolerante	III	bayo-café	17	Tamaulipas
Pinto-114	Susceptible	III	bayo-café	31	Tamaulipas
Negro Jamapa	MS	II	negro	17	Tamaulipas
Agrarista	Tolerante	II	bayo	16	Tamaulipas
Ciateño	Tolerante	II	bayo	16	Tamaulipas
S-18-RB	MS	II	negro	18	Tamaulipas
Negro Huateco	MS	II	negro	15	Veracruz
Adjuntas-21	Tolerante	II	bayo	16	Sur de Tamaulipas
Lef-25-RB	Tolerante	III	bayo-café	32	Tamaulipas
Agramejo	Tolerante	II	bayo	16	Tamaulipas
Pinto Norteño	Tolerante	II	bayo-café	17	Tamaulipas
Fe-33-RB	Resistente	II	rosado	21	Tamaulipas
Fe-30-RB	Resistente	II	bayo café	21	Tamaulipas
S-19-RB	Tolerante	II	negro	21	Tamaulipas
S-17-RB	Tolerante	III	bayo-negro	17	Tamaulipas
S-4-RB	Tolerante	II	bayo	20	Tamaulipas
Fe-22-RB	Tolerante	II	bayo-negro	22	Tamaulipas
Flor de Mayo	Susceptible	III	bayo-morado	30	Querétaro

MS = Moderadamente susceptible \* Ver Apéndice A

auxilio el día seis de septiembre. El manejo del experimento en cuanto a las prácticas culturales se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el cultivo del frijol en el norte de Tamaulipas (INIA, 1979).

Los siguientes datos se obtuvieron tomando como base el promedio de cinco plantas etiquetadas al azar en cada tratamiento experimental:

- 1) Número de vainas por planta. Se determinó el número total de vainas con semilla en las plantas etiquetadas y se obtuvo su promedio.
- 2) Número de semillas por vaina. Se cuantificó el número de semillas en cinco vainas de cada una de las plantas etiquetadas y se determinó el promedio.
- 3) Altura de planta. Se midió la altura en centímetros (cm) desde la base de la planta hasta el nudo terminal del tallo principal de las plantas etiquetadas y se obtuvo el promedio.
- 4) Rendimiento por planta. Se midió el rendimiento en gramos de las plantas etiquetadas y se determinó el promedio.

Además, los siguientes datos fueron tomados en base a la parcela útil:

- 1) Días a 50 por ciento de floración. Número de días transcurridos desde la siembra hasta que al menos un 50 por ciento de las plantas -



presentaron flores.

- 2) Rendimiento en kg/ha. Se determinó el rendimiento total de la parcela útil y se transformó a kg/ha
- 3) Peso de 100 semillas. Se midió el peso en gramos de 100 semillas tomadas al azar del rendimiento de cada parcela
- 4) Reacción a clorosis. Fue determinada en cada parcela durante la floración mediante la siguiente escala propuesta por Cianzio *et. al.* - (1979): 1-sin clorosis, 2-clorosis leve, 3-clorosis moderada, 4-clorosis intensa y 5-clorosis severa con algo de necrosis. Esta escala corresponde a genotipos altamente resistentes, resistentes, moderadamente resistentes, susceptibles y altamente susceptibles, respectivamente

Los promedios de cada característica fueron utilizados para realizar el análisis de varianza en base al siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + \epsilon_{ij}$$

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

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

donde:

$Y_{ij}$  = respuesta observada en el  $i$ -ésimo genotipo de la  $j$ -ésima repetición

$\mu$  = efecto medio de las observaciones

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo genotipo con respecto a la media

$R_j$  = efecto de la  $j$ -ésima repetición con respecto a la media

$\epsilon_{ij}$  = error experimental

Las consideraciones generales del modelo son:

$$\bar{Y}_{..} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}/rt \quad (\text{media general})$$

$$\bar{Y}_{i.} = \sum_{j=1}^r Y_{i.}/r \quad (\text{media del tratamiento } i)$$

$$\bar{Y}_{.j} = \sum_{i=1}^t Y_{.j}/t \quad (\text{media de la repetición } j)$$

entonces:

$\bar{Y}_{..}$  es un estimador de  $\mu$

$\bar{Y}_{i.}$  es un estimador de  $\mu + T_i$

$\bar{Y}_{.j}$  es un estimador de  $\mu + R_j$

bajo los supuestos:

$$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r R_j = 0$$

$$T_i \sim \text{NI}(0, \sigma^2)$$

$$\epsilon_{ij} \sim \text{NI}(0, \sigma^2)$$

Los  $\epsilon_{ij}$  y  $T_i$  son variables aleatorias independientes normalmente distribuidas con media 0 y varianza  $\sigma^2$

Las hipótesis a probar son, las siguientes:

$H_0 : T_1 = T_2 = T_i$  (los tratamientos son iguales)

$H_a : T_1 \neq T_2 \neq T_i$  (al menos un tratamiento es diferente)

Las reglas de decisión para las hipótesis son las siguientes:

a) Rechazar la  $H_0$  si  $F_c > F_{t-1, (r-1) (t-1)}$

b) Aceptar la  $H_0$  si  $F_c < F_{t-1, (r-1) (t-1)}$

La estructura del análisis de varianza es como sigue:

Fuentes de variación	.g.l.	C.M.	E.C.M.
Repeticiones	$r-1$		
Tratamientos	$t-1$	$M_2$	$\sigma_e^2 + r\sigma_t^2$
Error	$(r-1)(t-1)$	$M_1$	$\sigma_e^2$
Total	$rt-1$		

El coeficiente de variación se obtuvo mediante la fórmula:

$$C.V. = \sqrt{\frac{CME}{\bar{X}}} \times 100$$

donde:

CME = cuadrado medio del error

$\bar{X}$  = media general

La prueba de Duncan fue utilizada para obtener la diferencia mínima significativa (DMS) entre tratamientos mediante la fórmula:

$$DMS = \sqrt{\frac{CME}{r}} \times T_{a.g}$$

donde:

CME = cuadrado medio del error

r = número de repeticiones

T = valor de la tabla de Duncan

a = número de medias comparadas

g = grados de libertad del error

El mismo análisis de varianza permitió calcular los parámetros genéticos tales como varianza genotípica, varianza fenotípica y heredabilidad en sentido amplio para todas las características mediante las siguientes fórmulas:

$$V_g = \frac{M_2 - M_1}{r}$$

$$V_f = V_g + \frac{M_1}{r}$$

$$h^2 = \frac{V_g}{V_f}$$

donde:

$V_g$  = varianza genotípica

$V_f$  = varianza fenotípica

$h^2$  = heredabilidad en sentido amplio

$M_2$  = cuadrado medio de tratamientos

$M_1$  = cuadrado medio del error

r = número de repeticiones

Utilizando los mismos promedios de las características se realizó un análisis de covarianza para determinar las correlaciones fenotípicas y conocer el grado de asociación entre las características agronómicas.

En el Cuadro 3.2. se presentan las fechas de siembra, localidad, condición de humedad y características del suelo de cada experimento.

En los experimentos del II al VIII inclusive, tanto los genotipos como el manejo del cultivo, el diseño, parcela experimental, los datos obtenidos y la forma de obtener el análisis de varianza, los promedios genéticos y las correlaciones fenotípicas fueron los mismos que en el experimento I.

En los experimentos de temporal se aplicó un riego de presiembra para asegurar una emergencia uniforme y un óptimo establecimiento inicial de las plantas.

La temperatura media y precipitación total durante el ciclo otoño-invierno de 1983 (meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre) fueron de 26°C y 206 mm en Río Bravo y 26°C y 217 mm en El Tapón; en el ciclo primavera verano de 1984 (febrero, marzo, abril y mayo) fueron 22°C y 148 mm en Río Bravo y 22°C y 127 mm en El Tapón.

Se realizaron análisis combinados de dos ambientes con los experimentos I y II (1983), III y IV (1984), V y VI (1983) y VII y VIII (1984). El modelo estadístico lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_k + R_{kj} + (TA)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

i = 1,2,..... t (tratamientos)

j = 1,2,..... r (repeticiones)

k = 1,2,..... a (ambientes)

Cuadro 3.2. Detalles de los diferentes experimentos incluidos y características del suelo en diferentes localidades

Número de experimento	Localidades	Condición de humedad	Fecha de siembra	Características del suelo			
				pH	M.O.	C.E. (mmhos/cm)	Textura
I	Río Bravo	Riego	Agosto 11, 1983	7,30	1.61	2.25	Arcillosa
II	El Tapón	Riego	Agosto 13, 1983	7,28	2.45	0.65	Migajón-Arc.-Arenoso
III	Río Bravo	Riego	Febrero 16, 1984	7.44	1.14	2.19	Arcillosa
IV	El Tapón	Riego	Febrero 29, 1984	7,31	0.76	1.15	Migajón-Arc.-Arenoso
V	Río Bravo	Temporal	Agosto 12, 1983	7.25	2.58	1.28	Arcilloso
VI	El Tapón	Temporal	Agosto 13, 1983	7.10	2.52	0.68	Migajón-Arc.-Arenoso
VII	Río Bravo	Temporal	Febrero 17, 1984	7,44	1.47	1.31	Arcillosa
VIII	El Tapón	Temporal	Marzo 1, 1984	7.56	0.92	2,06	Migajón-Arc.-Arenoso

M.O. = Materia orgánica

C.E. = Conductividad eléctrica

donde:

$Y_{ijk}$  = respuesta observada en el  $i$ -ésimo genotipo en la  $j$ -ésima repetición en el  $k$ -ésimo ambiente

$\mu$  = efecto medio de las observaciones

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo genotipo con respecto a la media

$A_j$  = efecto del  $k$ -ésimo ambiente con respecto a la media

$R_{kj}$  = efecto de la  $i$ -ésima repetición en el  $k$ -ésimo ambiente

$(TA)_{ik}$  = efecto del  $i$ -ésimo genotipo en el  $k$ -ésimo ambiente

$\epsilon_{ijk}$  = error experimental

#### Forma del análisis de varianza combinado

Fuentes de variación	g.l.	C.M.	E.C.M.
Ambientes	$a-1$		
Rep/ambiente	$(r-1)a$		
Tratamientos	$t-1$	$M_3$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{T_a}^2 + ra\sigma_t^2$
Trat x amb	$(t-1)(a-1)$	$M_2$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{T_a}^2$
Error	$(t-1)(r-1)a$	$M_1$	$\sigma_e^2$
Total	$tra-1$		

Para calcular los parámetros genéticos mediante el análisis de varianza combinado se utilizaron las mismas fórmulas del experimento I las cuales fueron ligeramente modificadas por la introducción de la variable ambientes, quedando como sigue:

$$Vg = \frac{M_3 - M_2}{ra}$$

$$V_f = \frac{M_1}{ra} + \frac{M_2 - M_1}{ra} + V_g$$

$$h^2 = \frac{V_g}{V_f}$$

donde:

$V_g$  = varianza genotípica

$V_f$  = varianza fenotípica

$h^2$  = heredabilidad en sentido amplio

$M_3$  = cuadrado medio de tratamientos

$M_2$  = cuadrado medio de la interacción

$M_1$  = cuadrado medio del error

$r$  = número de repeticiones

$a$  = número de ambientes

Utilizando los promedios de las características de cada par de experimentos se realizó un análisis de covarianza para determinar las correlaciones fenotípicas combinadas.

Posteriormente, se realizó un análisis de varianza combinado de los cuatro experimentos bajo condiciones de riesgo (I, II, III y IV) y otro de los experimentos de temporal (V, VI, VII y VIII), así mismo se obtuvieron las correlaciones fenotípicas combinadas de igual forma en que se describe para dos experimentos.

Los análisis de varianza y covarianza fueron realizados en la computadora disponible en la UAAAN.



## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los ocho experimentos conducidos - en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) en dos ambientes - ampliamente diferentes, uno bajo condiciones de riego y otro bajo condiciones de temporal en los ciclos otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984 se discuten en los siguientes párrafos con la literatura apropiada.

### Experimentos bajo Condiciones de Riego (I, II, III y IV)

Los análisis de varianza para todas las características agronómicas en Río Bravo y El Tapón durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego se presentan en el Cuadro 4.1. En Río Bravo se encontraron diferencias altamente significativas entre genotipos para las características de rendimiento por hectárea y por planta, vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, altura de planta, días a 50 por ciento de floración y clorosis. En El Tapón, se detectaron diferencias del mismo nivel para las mismas características, excepto para clorosis. Mosqueda (1984) al realizar el análisis de varianza para diferentes características agronómicas en 12 genotipos de frijol bajo riego, también encontró diferencias significativas entre genotipos. Estas diferencias indican la existencia de amplia variabilidad genética para las características mencionadas,

Cuadro 4.1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol en Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego

Fuentes de variación	Loc.	g.l.	F calculada							
			Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50 % de floración	Cloros
Repeticiones	RB	3	3.29	0.68	2.57	0.51	2.47	3.17	2.22	8.57
	T	3	3.99	3.93	1.44	0.42	3.47	2.33	5.21	--
Tratamientos	RB	19	5.48 **	3.15 **	2.96 **	4.50 **	44.08 **	5.31 **	23.69 **	9.73
	T	19	6.53 **	5.69 **	6.36 **	4.20 **	25.44 **	4.66 **	20.37 **	--
Error (CM)	RB	57	30286.70	4.25	5.03	0.33	1.54	8.50	2.60	0.05
	T	57	52885.70	23.31	10.16	0.24	3.58	7.59	1.53	--
Total (CM)	RB	79	90875.80	8.87	10.68	0.82	24.37	24.96	23.47	0.23
	T	79	179164.10	72.37	32.46	0.58	34.58	20.32	12.29	--
C.V. (%)	RB		26.40	24.80	17.30	14.30	6.20	9.70	2.90	14.80
	T		13.90	23.20	15.20	9.80	8.40	6.60	2.50	--

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

CM Cuadrado medio

lo cual permitirá la identificación de variedades altamente rendidoras y con buenas características agronómicas.

Solo en Río Bravo se detectaron diferencias significativas para el caracter clorosis, lo cual indica que existe variabilidad para resistencia a clorosis en los genotipos - incluidos. La textura del suelo en Río Bravo corresponde a arcillosa con problemas de drenaje. Lucas y Knezek (1983), mencionan que la carencia de  $O_2$  en suelos con drenaje deficiente puede causar clorosis férrica. Por otro lado, en El Tapón no se desarrollaron síntomas de deficiencia de fierro debido principalmente a diferencias en drenaje, textura, estructura, materia orgánica, profundidad y salinidad del suelo (Cuadro 3.2.) así como a la interacción del genotipo con el medio ambiente. Galván (1983) menciona que las causas - de la clorosis son numerosas y varían en importancia de una localidad a otra y entre ciclos, lo cual resulta en una fuerte interacción genotipo-ambiente, provocando que la evaluación de la clorosis en el campo sea difícil y poco eficiente el mejoramiento genético bajo estas condiciones.

Los coeficientes de variación en Río Bravo para las características de días a 50 por ciento de floración (2.9 por ciento), peso de 100 semillas (6.2 por ciento), altura de - planta (9.7 por ciento), semillas por vaina (14.3 por ciento) clorosis (14.8 por ciento) y vainas por planta (17.3 por ciento), fueron muy bajos indicando la alta confiabilidad de los resultados. En El Tapón, los valores de coeficientes de -

variación para días a 50 por ciento de floración (2.5 por ciento), altura de planta (6.6 por ciento), peso de 100 semillas (8.4 por ciento), semillas por vaina (9.8 por ciento), vainas por planta (15.2 por ciento) y rendimiento por hectárea (13.9 por ciento) indican también que los resultados son muy aceptables. Los coeficientes de variación para las características rendimiento por hectárea (26.4 por ciento) y rendimiento por planta (24.8 por ciento) en Río Bravo, y rendimiento por planta (23.2 por ciento) en El Tapón, fueron ligeramente más altos de lo normal, debido a la variabilidad presente en los genotipos, su origen y condiciones ambientales. Rocha (1984) estudió el efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la asociación de caracteres en frijol y encontró valores altos de coeficientes de variación para rendimiento por planta, vainas por planta y nudos a primera flor en dos localidades bajo riego y una de temporal.

Los promedios de las diferentes características agronómicas de los genotipos en cada localidad se presentan en el Cuadro 4.2.

De acuerdo con Kambal (1969) y Yassin (1973), el rendimiento es un carácter complejo determinado por diversos componentes, es heredado cuantitativamente e influenciado por efectos genéticos y efectos debidos a la interacción del genotipo con el medio ambiente.

En Río Bravo, el rendimiento por hectárea varió de 214 kg/ha a 948 kg/ha con un promedio de 657 kg/ha, mientras que en El Tapón se presentó en un rango de 985 kg/ha a 2047

Cuadro 4.2. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Clorosis*
	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB
Mulato	635	1990	10.11	25.0	16	22	4	5	20.5	23.3	33	45	54	51	AR
Azabache	521	1714	8.3	20.7	13	18	4	5	19.1	20.3	29	43	56	52	MR
Delicias-71	865	1349	8.1	16.4	13	21	4	5	18.9	17.7	23	33	58	50	R
Pinto-114	214	1359	5.8	22.3	10	20	2	4	30.5	33.8	26	38	42	41	AS
Negro Jamapa	506	1896	7.7	15.5	13	20	4	5	18.4	21.3	28	41	56	52	MR
Agrarista	634	1953	8.0	16.7	12	18	4	5	16.5	18.8	30	43	57	51	R
Ciateño	938	1802	7.1	18.3	10	21	4	5	16.2	18.2	30	45	58	52	R
S-18-RB	798	1808	8.4	22.9	12	24	4	5	18.9	20.2	29	44	55	49	MR
Negro huasteco	493	1521	5.4	13.9	12	15	3	5	15.1	19.3	31	45	59	49	MR
Adjuntas-21	901	1833	8.4	15.2	13	17	4	5	17.9	19.5	32	42	57	53	R
Lef-25-RB	750	1758	9.4	38.0	13	30	4	4	30.7	34.6	28	41	54	48	R
Agramejo	599	1844	8.6	16.8	13	20	4	6	17.6	17.9	32	42	57	52	R
Pinto norteño	495	1188	11.1	16.3	17	18	4	5	17.1	21.3	30	39	54	48	AR
Fe-33-RB	502	1355	9.9	22.1	15	25	4	5	19.5	24.9	32	45	56	52	R
Fe-30-RB	948	1907	9.7	27.9	16	29	4	5	20.5	25.5	36	45	56	52	AR
S-19-RB	792	1807	7.2	24.2	13	26	4	6	17.3	20.0	32	44	56	51	MR
S-17-RB	886	2047	11.2	26.5	16	25	5	6	20.0	20.2	30	40	54	51	AR
S-4-RB	766	1417	9.7	17.0	13	17	4	5	19.7	23.9	35	41	54	49	R
Fe-22-RB	521	1610	7.9	22.4	13	22	4	5	21.3	21.2	29	42	47	47	AR

Cuadro 4.2. .... Continuación

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Clorosis*
	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB
Flor de mayo	386	985	4.0	17.6	11	20	3	4	23.8	26.8	23	40	54	47	S
Promedio	657	1657	8.3	20.8	13	21	4	5	20.0	22.4	30	42	55	50	
DMS (0.05)	302	399	3.6	8.4	4	6	1	1	2.2	3.3	5	5	3	2	

\* AR = Altamente resistente; R = Resistente; MR = Moderadamente resistente; S = Susceptible;  
AS = Altamente susceptible

kg/ha con un promedio de 1657 kg/ha. En Río Bravo el rendimiento promedio por hectárea se redujo en un 152 por ciento en comparación con el obtenido en El Tapón. Esta tendencia de reducción se presenta en todos los genotipos y es debida principalmente al efecto del síntoma de deficiencia de Fe - acentuada por una textura arcillosa y sales del suelo.

Los genotipos con mayor rendimiento por hectárea en Río Bravo fueron: Fe-30-RB (148 kg/ha), Ciateño-(938 kg/ha), Adjuntas-21 (901 kg/ha), S-17-RB (886 kg/ha) y Delicias-71-RB (865 kg/ha), mientras que en El Tapón fueron: S-17-RB (2047 kg/ha), Mulato (1990 kg/ha), Agrarista (1953 kg/ha), Fe-30-RB (1907 kg/ha) y Negro Jamapa (1896 kg/ha).

Los genotipos Fe-30-RB y S-17-RB produjeron altos rendimientos por hectárea en las dos localidades: Ciateño, Adjuntas-21 y Delicias-71 sólo en Río Bravo, mientras que Mulato, Agrarista y Negro Jamapa solo en El Tapón. INIA (1981 y 1982) efectuó evaluaciones de rendimiento de frijol en el norte de Tamaulipas e incluye a estos genotipos entre los más rendidores.

El hecho de que algunos genotipos presentan alto rendimiento solo en Río Bravo o en El Tapón, indica la presencia de una fuerte interacción de los genotipos con el medio ambiente. Falconer (1970) menciona que existe una interacción cuando un grupo de genotipos presentan diferente comportamiento en diferentes ambientes. Watkin (1965) indica que los genotipos que responden más favorablemente a los estímulos ambientales serán los mas favorecidos.

El rendimiento por planta en Río Bravo varió de 4.0 a 11.2 g con un promedio de 8.3 g, mientras que en El Tapón la variación fue de 13.9 g a 38.0 g con un promedio de 20.8 g. El máximo rendimiento por planta en Río Bravo fue obtenido por los genotipos S-17-RB (11.2 g), Pinto Norteño (11.1 g), Mulato (10.1 g), Fe-33-RB (9.9 g), Fe-30-RB (9.7 g) y S-4-RB (9.7 g), mientras que en El Tapón se obtuvo en Lef-25-RB (38.0 g), Fe-30-RB (27.9 g), S-17-RB (26.5 g), Mulato (25.0 g) y S-19-RB (24.2 g). Los resultados de ensayos de variedades de frijol en el CAERIB (INIA, 1982) también incluyen a estos genotipos entre los de mayor rendimiento por planta.

El promedio de rendimiento por planta se redujo un 151 por ciento en Río Bravo en relación al promedio en El Tapón, siendo la clorosis la principal causa de dicha reducción.

El número de vainas por planta se presentó en un rango de 10 a 17 con un promedio de 13 vainas en Río Bravo y de 15 a 30 con un promedio de 21 vainas por planta en El Tapón. El mayor número de vainas en Río Bravo se observó en los genotipos Pinto Norteño (17), Mulato (16), Fe-30-RB (16), S-17-RB (16) y Fe-33-RB (15), mientras que en El Tapón se observó en Lef-25-RB (30), Fe-30-RB (29), S-19-RB (26), S-17-RB (25) y Fe-33-RB (25). En los programas de selección para alto rendimiento, los fitomejoradores están dando una mayor importancia al carácter número de vainas por planta, ya que pueden utilizarse como índice de selección.

Varios investigadores (Duarte y Adams, 1972; Adams, 1967 y Sarafi, 1978), identificaron al número de vainas por



planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas como los componentes primarios del rendimiento en frijol.

Sarafi (1978) efectuó un experimento: para conocer la heredabilidad de componentes de rendimiento y avance genético usando poblaciones  $F_2$  y  $F_3$  y encontró una variación de 23 a 32 vainas por planta en 20 líneas  $F_3$ .

En Río Bravo, el promedio de vainas por planta se redujo en un 62 por ciento en comparación con el observado en El Tapón, atribuyéndose dicha reducción a la clorosis en los genotipos.

El número de semillas por vaina es otra característica importante en la determinación del rendimiento en frijol. En Río Bravo, dicha característica varió en dos a cinco con un promedio de cuatro semillas, mientras que en El Tapón se presentó con una variación de cuatro a seis con un promedio de cinco semillas por vaina. Mosqueda (1984) encontró una variación de cuatro a seis con un promedio de cinco granos al estudiar 12 genotipos de frijol con el propósito de conocer el efecto de la densidad de población sobre los componentes de rendimiento.

El mayor número fue cinco semillas por vaina solo en la línea S-17-RB en Río Bravo, mientras que en El Tapón correspondió a S-17-RB, Agramejo y S-19-RB con seis semillas por vaina. El promedio de semillas por vaina en Río Bravo se redujo en un 25 por ciento con relación a la localidad El Tapón, debido a los efectos de la clorosis en las plantas.

El peso de 100 semillas también esta directamente involucrado en el rendimiento del frijol. Se presentó un rango de 15.1 g a 30.7 g con un promedio de 20.0 g en dicha característica en Río Bravo, mientras que en El Tapón, el rango fue de 17.7 g a 34.6 g con una media de 22.4 g. Rocha (1984), - indica que el peso de 100 semillas varió de 4.7 g a 33.3 g - con una media de 28.5 g en 34 genotipos de frijol evaluados - en Río Bravo.

El mayor peso de 100 semillas (entre 23.8 g y 30.7 g) se presentó en los genotipos Lef-25-RB, Pinto-114 y Flor de - Mayo, tanto en Río Bravo como en El Tapón. Aunque estos genotipos no sobresalen por su alto rendimiento, es necesario considerarlos en los diversos programas de mejoramiento, ya que el tamaño de su grano corresponde a las preferencias del - consumidor en el norte de Tamaulipas y por lo tanto, deben - usarse como progenitores para incorporar el tamaño de la semilla. El peso de 100 semillas se redujo un 12 por ciento en Río Bravo en comparación a El Tapón a causa de la manifestación de clorosis.

La altura de planta en Río Bravo varió de 23 cm a 36 cm con un promedio de 30 cm, mientras que en El Tapón la variación fue de 33 cm a 45 cm con un promedio de 42 cm. Dickson (1967) reporta una variación de 26 cm a 38 cm al estudiar 28 genotipos de frijol. Rocha (1984). indica que la altura de planta es una función del número de nudos y longitud de entrenudo, los cuales son muy afectados por un ambiente - desfavorable. En cada nudo se desarrolla una hoja y un raci-

mo, por lo cual teóricamente el rendimiento depende del número de nudos por planta.

Los genotipos más altos en Río Bravo fueron: Fe-30-RB; S-4-RB, Mulato, Adjuntas-21, Agramejo, Fe-33-RB y S-19-RB con una altura entre 32 y 36 cm, mientras que en El Tapón fueron Ciateño, Negro Huasteco, Fe-33-RB y Fe-30-RB, todos con 45 cm de altura. El promedio de altura de planta en Río Bravo se redujo un 40 por ciento en relación a El Tapón a causa principalmente de la clorosis en los genotipos.

El carácter días a 50 por ciento de floración se presentó en un rango de 42 a 59 con una media de 55 días en Río Bravo; en El Tapón, el rango fue de 41 a 53 con un promedio de 50 días. Mosqueda (1984), encontró una variación de 52 a 89 días a primera flor en 12 genotipos de frijol pertenecientes a los hábitos de crecimiento II y III.

De acuerdo a la fecha de floración, los genotipos más precoces en Río Bravo fueron Pinto-114 (42 días) y Fe-22-RB (47 días) al igual que en El Tapón (41 y 47 días, respectivamente) de lo cual se deduce que este carácter es poco afectado por el ambiente. Estos materiales pueden usarse en rotaciones, asociaciones con otros cultivos y bajo condiciones desfavorables para aumentar la producción total. Por otro lado, los genotipos más tardíos fueron Negro Huasteco (59 días), Delicias-71 (58 días) y Ciateño (58 días) en Río Bravo; y Adjuntas-21 (53 días), Azabache (52 días) y Ciateño (52 días) en El Tapón.

Miranda (1966) menciona que las variedades precoces se utilizan en áreas de temporal para evitar el riesgo de heladas, sequía, plagas, enfermedades y para cubrir el mercado cuando hay escasez de frijol. Por otro lado, las variedades intermedias se prefieren para áreas de riego y las tardías se utilizan principalmente en asociación con otros cultivos para autoconsumo en regiones poco tecnificadas.

En Río Bravo el promedio de días a 50 por ciento de floración fue mayor en un nueve por ciento en relación a la localidad El Tapón, lo cual se debe principalmente a la presencia de sales en el suelo que provocan un retraso en el inicio de la floración.

Los síntomas de clorosis en Río Bravo, fueron observados al inicio de la floración, aproximadamente a los 50 días después de la siembra, manifestándose en forma de un amarillamiento progresivo en las hojas más jóvenes, disminuyendo el rendimiento y sus componentes, la altura y provocando un retraso en el desarrollo general de las plantas así como la muerte de los genotipos más susceptibles. La clorosis se manifestó con una gran variación en los recursos genéticos incluidos en el presente estudio.

De acuerdo al grado de clorosis, los genotipos se clasificaron como altamente resistentes, resistentes, moderadamente resistentes, susceptibles y altamente susceptibles. Los genotipos Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB, S-17-RB y Fe-22-RB, fueron clasificados como altamente resistentes, mientras que Delicias-71, Agrarista, Ciateño, Agramejo,

Fe-33-RB, Adjuntas-21, Lef-25-RB y S-4-RB, se clasificaron como resistentes. INIA (1981 y 1982) también reporta a las mismas variedades como sobresalientes simultáneamente para rendimiento y altamente resistentes a clorosis.

Las correlaciones fenotípicas simples para cada localidad y combinadas entre las diferentes características agronómicas se presentan en el Cuadro 4.3.

En Río Bravo, El Tapón y en forma combinada, el rendimiento por hectárea se correlacionó significativa y positivamente con el número de vainas por planta y días a 50 por ciento de floración; con altura de planta solo en Río Bravo y El Tapón, mientras que con clorosis dicha correlación fue negativa solo en Río Bravo. Galván (1983) también reporta una correlación negativa del rendimiento con la evaluación de clorosis a los 59 días de la siembra en 25 genotipos de frijol. Aggarwall y Singh (1973) encontraron que el rendimiento se correlaciona con los días a floración y el número de granos por vaina en frijol. Estos datos, indican la posibilidad de seleccionar en forma indirecta para alto rendimiento por hectárea seleccionando los genotipos que presenten - mayor número de semillas por vaina, altura de planta, días a floración y menor incidencia a clorosis.

El rendimiento por planta, se correlacionó significativa y positivamente con el número de vainas por planta en - Río Bravo, El Tapón y en forma combinada; con semillas por - vaina sólo en Río Bravo; con peso de 100 semillas en El Tapón y en forma combinada; con altura de planta solo en Río Bravo y con clorosis la correlación fue negativa solo en Río Bravo.

Cuadro 4.3. Correlaciones fenotípicas simples y combinadas (C) entre diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno 1983 bajo condiciones de riego

Característica	Localidad	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% de floración	Clorosis <sup>1</sup>
Rendimiento (kg/ha)	RB	0.420	0.215	0.683 **	-0.322	0.376	0.530 *	-0.584 **
	T	0.309	0.298	0.509 *	-0.289	0.456 *	0.558 *	-
	C	0.390	0.393	0.781 **	-0.340	0.476 *	0.484 *	-
Rendimiento por planta	RB	-	0.824 **	0.739 **	-0.112	0.521 *	0.116	-0.749 **
	T	-	0.873 **	-0.169	0.617 **	0.153	-0.132	-
	C	-	0.854 **	0.119	0.535 *	0.258	-0.176	-
Vainas por planta	RB	-	-	0.583 **	-0.182	0.467 *	0.155	-0.669 **
	T	-	-	0.023	0.414	0.151	0.067	-
	C	-	-	0.105	0.261	0.319	0.073	-
Semillas por vaina	RB	-	-	-	-0.434	0.368	0.486 *	-0.776 **
	T	-	-	-	-0.729 **	0.218	0.607 **	-
	C	-	-	-	-0.620 **	0.459 *	0.539 *	-
Peso de 100 semillas	RB	-	-	-	-	-0.365	-0.701 **	0.426
	T	-	-	-	-	-0.126	-0.632 **	-
	C	-	-	-	-	-0.222	-0.672 **	-
Altura	RB	-	-	-	-	-	0.236	-0.557 *
	T	-	-	-	-	-	0.427	-
	C	-	-	-	-	-	0.321	-
Días a 50% de floración	RB	-	-	-	-	-	-	-0.229
	T	-	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-	-

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

<sup>1</sup>. La clorosis sólo se presentó en la localidad Río Bravo

Estos resultados sugieren que la selección indirecta para alto rendimiento por planta puede ser exitosa si se escogen sólo los materiales que presenten mayor número de vainas por planta, peso de 100 semillas y menor incidencia de clorosis.

Otras correlaciones positivas y significativas del número de vainas por planta se observaron en Río Bravo con el número de semillas por vaina ( $r = 0.583$ ) y altura de planta ( $r = 0.467$ ), mientras que con clorosis fue negativa ( $r = -0.669$ ) en la misma localidad, lo cual permite la selección indirecta para alto número de vainas por planta, escogiendo aquellos genotipos con mayor número de semillas por vaina, altura y menor incidencia de clorosis.

El número de semillas por vaina, también presentó correlaciones significativas y positivas con altura ( $r = 0.459$ ) en Río Bravo y con días a 50 por ciento de floración en Río Bravo, El Tapón y en forma combinada ( $r = 0.486$ ,  $r = 0.607$  y  $r = 0.539$ , respectivamente); con peso de 100 semillas fue negativa en El Tapón ( $r = -0.729$ ) y en forma combinada ( $r = -0.620$ ), al igual que con clorosis en Río Bravo ( $r = -0.776$ ). Estos datos indican que la selección indirecta para alto número de semillas por vaina puede ser efectiva si se realiza directamente para mayor altura, días a 50 por ciento de floración, menor peso de 100 semillas y menor incidencia de clorosis. Duarte y Adams (1972) y Aggarwall y Singh (1973) también encontraron una asociación negativa entre el número de semillas por vaina y peso de 100 semillas en frijol.

El peso de 100 semillas presentó otras correlaciones negativas y significativas con días a 50 por ciento de floración en Río Bravo, El Tapón y en forma combinada, mientras que con clorosis la correlación tuvo un alto valor positivo solo en Río Bravo. Galván (1983) encontró correlaciones negativas entre el peso de 100 semillas y la incidencia de clorosis; estos resultados, sugieren que la selección para un menor número de días a 50 por ciento de floración será útil para aumentar indirectamente el peso de semilla.

La altura de planta también se correlacionó significativa y negativamente con clorosis en Río Bravo ( $r = -0.557$ ), indicando que los genotipos mas cloróticos tendrán menor altura.

Es importante observar las correlaciones negativas y significativas de la clorosis con la mayoría de las características estudiadas, demostrando el efecto negativo de este problema sobre el rendimiento y sus componentes en frijol.

En el Cuadro 4.4., se presenta el análisis de varianza combinado para todas las características en Río Bravo y El Tapón. De acuerdo con dicho análisis, existe significancia para localidades, genotipos e interacción genotipo-localidad. La significancia para localidades indica que éstas difieren en las condiciones ambientales que determinan el comportamiento de los genotipos; para genotipos, revela la existencia de amplia variabilidad genética y para la interacción permite afirmar que los genotipos responden en forma diferente a los ambientes. Puede observarse que la única



Cuadro 4.4 Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego

Fuentes de variación	g.l.	F calculada						
		Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Alfalfa	Fase floración
Localidades	1	257.38 **	131.98 **	200.72 *	372.31 **	29.73 **	256.88 **	142.87 **
Error A (CM)	6	155,308.93 **	47.28	13.77	0.13	8.11	22.33	6.86
Tratamientos	19	9.20 **	6.35 **	6.29 **	7.54 **	59.57 **	8.32 **	39.78 **
Trat x Loc	19	3.10 **	4.25 **	4.17 **	1.29 NS	2.52 **	1.68 *	5.25 **
Error B (CM)	114	41,586.20	13.78	7.60	0.28	2.56	8.05	2.06
C.V. (%)		17.60	25.60	16.20	13.20	7.50	7.80	2.70

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

NS No significativa

CM Cuadrado medio

característica que no presentó significancia en la interacción genotipo-ambiente es semillas por vaina, lo cual sugiere que dicho carácter pudiera ser poco afectado por el cambio de ambiente.

Los valores de los coeficientes de variación de todas las características excepto rendimiento por planta, variaron de 2.7 por ciento a 17.6 por ciento, permitiendo una alta confiabilidad de los resultados. El coeficiente de variación para rendimiento por planta (25.6 por ciento) resultó un poco mas alto de lo normal debido a diferencias genotípicas, de origen, del suelo y al efecto de la clorosis en Río Bravo.

En el Cuadro 4.5. se observan los promedios de las dos localidades para todas las características. Los genotipos que sobresalen por su alto rendimiento por hectárea son: S-17-RB, Fe-30-RB, Ciateño, Adjuntas-21 y Mulato; mientras que Fe-30-RB, S-17-RB, Lef-25-RB, Mulato, Fe-33-RB y S-19-RB presentan mayores valores de componentes de rendimiento.

En el Cuadro 4.6. se presenta el análisis de varianza para todas las características agronómicas en Río Bravo y El Tapón durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego. Dicho análisis reveló diferencia altamente significativa entre genotipos para todas las características en las dos localidades consideradas (a excepción de clorosis en El Tapón, donde no se desarrollaron los síntomas de deficiencia de fierro). Estos resultados indican que existe una amplia gama de variabilidad entre los genotipos incluidos a través de dos años, lo cual permitirá la selección de genoti-

Cuadro 4.5. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de riego

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta (g)	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas (g)	Altura (cm)	Días a 50% de floración
Mulato	1312	17.6	19	5	21.9	39	51
Azabache	1117	14.5	16	5	19.7	36	54
Delicias-71	1107	12.3	17	4	18.3	28	54
Pinto-114	787	14.1	15	3	32.1	32	42
Negro Jamapa	1201	11.6	16	4	19.8	34	54
Agrarista	1293	12.3	15	5	17.6	37	54
Ciateño	1370	12.7	16	5	17.2	37	55
S-18-RB	1303	15.6	18	5	19.6	36	52
Negro huasteco	1007	9.7	14	4	17.2	38	54
Adjuntas-21	1367	11.8	15	5	18.7	37	55
Lef-25-RB	1254	23.7	21	4	32.7	35	51
Agramejo	1221	12.7	16	5	17.8	37	53
Pinto norteño	841	13.7	18	4	19.2	34	51
Fe-33-RB	928	16.0	20	4	22.2	39	54
Fe-30-RB	1427	18.8	23	4	23.0	41	54
S-19-RB	1300	15.7	19	5	18.7	38	53
S-17-RB	1466	18.8	20	5	20.1	35	52
S-4-RB	1098	13.3	15	4	21.8	38	52
Fe-22-RB	1065	15.1	17	4	21.2	36	47
Flor de mayo	685	10.8	15	3	25.3	31	51
Promedio	1157	14.5	17	4	21.2	36	52

Cuadro 4.6. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol en Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego

Fuentes de variación	Loc.	g.l.	F Calculada							
			Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50 % de floración	Clorosis
Repeticiones	RB	3	3.47	0.94	0.21	0.11	0.31	3.56	5.14	1.44
	T	3	2.08	0.50	0.37	2.11	2.46	1.58	2.33	--
Tratamientos	RB	19	15.36 **	5.67 **	7.07 **	10.11 **	13.35 **	5.92 **	147.56 **	37.84 **
	T	19	5.23 **	2.87 **	3.65 **	6.41 **	29.86 **	4.24 **	62.65 **	--
Error (CM)	RB	57	10873.80	1.02	1.80	0.11	3.86	9.11	1.70	0.02
	T	57	77121.37	9.81	8.75	0.21	2.20	23.76	2.13	--
Total (CM)	RB	79	68540.30	2.99	6.06	0.48	21.10	28.77	85.88	0.25
	T	79	219964.90	19.45	0.67	24.41	59.36	46.77		--
C.V. (%)	RB		11.60	16.80	14.90	8.30	9.60	12.60	2.30	11.80
	T		13.50	21.30	18.50	9.10	6.10	3.10	2.30	--

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

CM Cuadrado Medio

pos para alto rendimiento, características deseables y resistencia a clorosis. Los coeficientes de variación se presentan en un rango de 2.3 por ciento a 18.5 por ciento para todas las características en ambas localidades, indicando que los resultados son muy aceptables.

En el Cuadro 4.7. se presentan los promedios de las características estudiadas en cada localidad. El rendimiento por hectárea en Río Bravo varió de 383 kg/ha a 1141 kg/ha con una media de 902 kg/ha, mientras que en El Tapón varió de 1403 kg/ha a 2516 kg/ha con un promedio de 2061 kg/ha. - En Río Bravo, los genotipos con el mayor rendimiento por hectárea fueron S-17-RB, Adjuntas-21, Fe-30-RB, Fe-33-RB y Azabache, con un rango de 1055 kg/ha a 1141 kg/ha, mientras que en El Tapón fueron Adjuntas-21, S-18-RB, Delicias-71, S-17-RB y Azabache, con un rendimiento entre 2336 kg/ha y 2516 kg/ha

En Río Bravo el promedio de rendimiento por hectárea se redujo un 128 por ciento en comparación con El Tapón; esta tendencia se presenta en todos los genotipos y es debida principalmente a los efectos de la deficiencia de fierro en las plantas y en menor grado a diferencias en textura y salinidad del suelo en ambas localidades (Cuadro 3.2.).

Los componentes del rendimiento (vainas por planta, semillas por vaina y peso de 100 semillas), presentan una tendencia mas o menos similar a la observada en los experimentos de 1983. La manifestación de los síntomas de clorosis - en 1984 se redujo en la mayoría de los genotipos en relación a los datos de 1983, provocando un cambio en la clasificación

Cuadro 4.7. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano 1984 bajo condiciones de riego

Genotipo	Rendimiento (k/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Clorosis*
	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB
Mulato	1031	2118	7.4	18.1	10	17	4	5	22.0	25.1	26	45	57	54	AR
Azabache	1055	2336	6.9	17.2	10	19	4	5	19.6	23.6	25	44	60	56	R
Delicias -71	676	2488	5.4	15.9	10	20	4	5	18.2	22.3	21	34	59	53	AR
Pinto-114	383	1403	3.3	9.3	4	10	2	3	26.8	34.5	17	36	37	36	S
Negro Jamapa	907	1582	6.9	14.9	10	17	4	4	19.1	23.0	28	46	63	55	AR
Agrarista	938	2250	6.2	13.9	9	15	4	5	18.0	21.3	23	39	63	53	AR
Ciateño	926	2075	5.5	14.9	9	16	4	5	17.9	21.0	24	41	63	54	AR
S-18-RB	848	2490	6.4	14.3	10	14	4	5	20.4	24.2	23	36	57	53	AR
Negro huasteco	856	1762	5.0	13.6	9	15	4	5	16.4	20.7	36	44	63	55	MR
Adjuntas-21	1121	2516	6.8	16.0	10	17	4	5	18.4	21.7	24	40	62	56	AR
Lef-25-RB	821	1750	5.1	11.9	7	13	3	4	31.8	34.8	21	44	36	36	R
Agramejo	879	1959	6.2	17.3	10	16	4	5	21.5	21.7	24	39	63	54	AR
Pinto Norteño	840	2160	5.6	17.1	10	21	4	4	17.9	20.9	22	34	55	52	AR
Fe-33-RB	1055	2031	6.9	15.3	11	18	4	5	20.0	22.3	25	43	56	53	AR
Fe-30-RB	1056	2246	7.6	13.0	11	16	4	4	20.8	27.0	27	39	58	55	AR
S-19-RB	1039	2067	7.0	16.2	10	17	4	5	21.5	24.1	26	40	57	54	AR
S-17-RB	1141	2381	5.4	19.6	9	20	4	5	17.0	20.9	26	39	61	53	AR
S - 4-RB	957	1932	7.3	15.0	10	18	4	5	23.4	24.0	28	49	57	53	AR
Fe-22-RB	957	2068	5.7	9.8	9	11	4	4	20.3	26.4	24	27	51	47	AR

Cuadro 4.7. .... Continuación

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Clorosis*
	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB
Flor de mayo	458	1610	3.5	11.9	6	14	3	4	18.4	26.6	23	37	47	46	S
Promedio	902	2061	6.0	14.8	9	16	4	5	20.5	24.3	24	40	56	51	
DMS (0.05)	181	482	1.8	5.4	2	5	1	1	3.4	2.6	5	8	2	3	

\*AR = Altamente resistente; R = Resistente; MR = Moderadamente resistente; S = Susceptible

de los materiales. Las correlaciones fenotípicas simples y combinadas (Cuadro 4.8.) presentan la misma tendencia que en 1983 acentuándose las asociaciones positivas del rendimiento por hectárea con el rendimiento por planta, vainas por planta, peso de 100 semillas, días a 50 por ciento de floración y negativa con clorosis. La clorosis nuevamente presentó - correlaciones altas y negativas con rendimiento por hectárea, rendimiento por planta, vainas por planta, semillas por vaina y días a 50 por ciento de floración.

El análisis de varianza combinado para los experimentos III y IV (Cuadro 4.9) reveló diferencias altamente significativas entre localidades, genotipos y la existencia de interacción genotipo-ambiente para todas las características estudiadas, excepto para vainas por planta y semillas por vaina en la interacción. Los coeficientes de variación se presentaron en un rango de 2.5 por ciento a 17.6 por ciento para todas las características, excepto para rendimiento por planta (22.3 por ciento), lo cual indica una alta confiabilidad de los resultados.

En el Cuadro 4.10 se presentan los promedios de las características en las dos localidades consideradas simultáneamente.

Los genotipos que obtuvieron los mas altos rendimientos en las dos localidades fueron: Adjuntas-21, S-17-RB, Fe-30-RB, Azabache y S-18-RB, mientras que los que presentaron mayores valores de componentes de rendimiento son: S-17-RB, S-4-RB, Azabache, Delicias-71, Pinto Norteño, Fe-33-RB,



Cuadro 4.8. Correlaciones fenotípicas simples y combinadas (C) entre diferentes características agronómicas de frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano - 1984 bajo condiciones de riego

Características	Localidad	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% de floración	Clorosis <sup>1</sup>
Rendimiento (kg/ha)	RB	0.831 **	0.791 **	0.770 **	-0.252	0.477 *	0.597 **	-0.808 **
	T	0.547 *	0.520 *	0.628 **	-0.520 *	-0.221	0.582 **	-
	C	0.721 **	0.700 **	0.484 *	-0.499 *	0.095	0.645 **	-
Rendimiento por planta	RB	-	0.871 **	0.743 **	-0.112	0.390	0.571 **	-0.762 **
	T	-	0.864 **	0.692 **	-0.678 **	0.335	0.687 **	-
	C	-	0.878 **	0.411	-0.530 **	0.424	0.735 **	-
Vainas por planta	RB	-	-	0.933 **	-0.438	0.467 *	0.756 **	-0.797 **
	T	-	-	0.538 *	-0.676 **	0.282	0.666 **	-
	C	-	-	0.450 *	-0.652 **	0.358	0.741 **	-
Semillas por vaina	RB	-	-	-	-0.613 **	0.555 *	0.859 **	-0.762 **
	T	-	-	-	-0.772 **	0.338	0.727 **	-
	C	-	-	-	-0.769 **	0.421	0.727 **	-
Peso de 100 semillas	RB	-	-	-	-	-0.417	-0.780 **	0.195
	T	-	-	-	-	-0.069	-0.883 **	-
	C	-	-	-	-	-0.215	-0.874 **	-
Altura	RB	-	-	-	-	-	0.573 **	-0.187
	T	-	-	-	-	-	0.238	-
	C	-	-	-	-	-	0.452 *	-
Días a 50 % de floración	RB	-	-	-	-	-	-	-0.505 *
	T	-	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-	-

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

<sup>1</sup> La clorosis solo se presentó en la localidad Río Bravo

Cuadro 4.9. Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego.

Fuentes de variación	g.l.	F Calculada						
		Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% floración
Localidades	1	541.99 **	1039.32 **	1075.15 **	120.05 **	180.02 **	264.76 **	139.49 **
Error A (CM)	6	99,132.20	2.95	1.81	0.22	3.30	35.02	6.85
Tratamientos	19	9.94 **	4.32 **	6.82 **	13.81 **	36.10 **	6.94 **	191.88 **
Trat x Loc	19	3.02 **	1.95 *	1.64 NS	1.31 NS	2.62 **	2.47 **	9.32 **
Error B (CM)	114	43,997.60	5.41	5.27	0.16	3.03	16.43	1.91
C.V. (%)		14.10	22.30	17.60	10.00	7.70	12.60	2.50

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

NS No significativa

CM Cuadrado medio

Cuadro 4.10. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de riego

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta (g)	Semillas por planta	Vainas por vaina	Peso de 100 semillas (g)	Altura (cm)	Días a 50% de floración
Mulato	1574	12.8	13	4	23.6	35	55
Azabache	1695	12.0	15	4	21.6	35	58
Delicias-71	1582	10.6	15	4	20.3	27	56
Pinto-114	893	6.3	7	3	30.6	26	37
Negro Jamapa	1245	10.9	13	4	21.1	37	59
Agrarista	1594	10.0	12	5	19.6	31	58
Ciateño	1500	10.2	13	5	19.4	32	58
S-18-RB	1669	10.4	12	4	22.3	29	55
Negro huasteco	1309	9.3	12	5	18.5	40	59
Adjuntas-21	1818	11.4	13	5	20.0	32	59
Lef-25-RB	1285	8.5	10	3	33.3	32	36
Agramejo	1419	11.8	13	4	21.6	31	59
Pinto Norteño	1500	11.3	15	4	19.4	28	53
Fe-33-83	1543	11.1	15	4	21.2	34	55
Fe-30-RB	1701	10.3	13	4	23.9	33	57
S-19-RB	1553	11.6	14	4	22.8	33	56
S-17-RB	1761	12.5	15	5	19.0	32	57
S- 4-RB	1445	11.1	14	5	23.7	38	55
Fe-22-RB	1512	7.8	10	4	23.3	26	49
Flor de Mayo	1034	7.7	10	4	22.5	30	47
Promedio	1482	10.4	13	4	22.4	32	54

Ciateño, Agrarista, Negro Huasteco y Adjuntas-21.

En el Cuadro 4.11 se presenta el análisis combinado de dos localidades y dos años bajo riego (experimentos I, II, III y IV), el cual reveló diferencias altamente significativas entre localidades y genotipos, además de una interacción genotipo-ambiente muy alta y coeficientes de variación entre 2.6 por ciento y 24.7 por ciento para todas las características estudiadas.

Examinando simultáneamente los promedios de rendimiento y sus componentes en los cuatro experimentos (Cuadro 4.12) se observa que los genotipos S-17-RB, Mulato, Fe-30-RB, Fe-33-RB, Agrarista, Lef-25-RB, Adjuntas-21 y S-19-RB fueron más sobresalientes ya que presentan mayor adaptación a través de diferentes ambientes y ciclos agrícolas bajo condiciones de riego y además son resistentes a clorosis.

#### Experimentos bajo Condiciones de Temporal (V, VI, VII y VIII)

Los análisis de varianza para todas las características agronómicas en Río Bravo y El Tapón durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de temporal (Cuadro 4.13) reveló diferencias altamente significativas en las características de rendimiento por hectárea y por planta, vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, altura de planta y días a 50 por ciento de floración, tanto en Río Bravo como en El Tapón; en lo que respecta a la incidencia

Cuadro 4.11. Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) y dos ciclos (otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984) bajo condiciones de riego

Fuentes de variación	g.l.	F calculada						
		Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% d floración
Localidades	3	267.57 **	141.81 **	272.99 **	148.28 **	55.17 **	187.40 **	104.40 **
Error A (CM)	12	127,220.56	25.12	7.79	0.18	5.71	28.67	6.86
Tratamientos	19	16.23 **	6.15 **	7.66 **	18.00 **	89.23 **	11.33 **	181.69 **
Trat x Loc	57	3.02 **	4.20 **	3.87 **	1.42 *	3.14 **	2.63 **	19.34 **
Error B (CM)	228	42,791.90	9.60	6.44	0.22	2.80	12.24	1.99
C.V. (%)		15.60	24.70	16.90	11.70	7.60	10.20	2.60

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

NS No significativa

CM Cuadrado medio

Cuadro 4.12. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y - El Tapón) y dos ciclos (otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984) bajo condiciones de riego

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta (g)	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas (g)	Altura (cm)	Días a 50% de floración
Mulato	1443	15.2	16	4	22.7	37	54
Azabache	1406	13.3	15	5	20.7	35	56
Delicias-71	1345	11.4	16	4	19.0	28	55
Pinto-114	840	10.2	11	3	31.4	29	39
Negro Jamapa	1223	11.2	15	4	20.4	36	56
Agrarista	1444	11.2	13	5	18.6	34	56
Ciateño	1435	11.4	14	5	18.3	35	57
S-18-RB	1486	13.0	15	4	20.9	33	53
Negro huasteco	1158	9.5	13	4	17.9	39	56
Adjuntas-21	1593	11.6	14	5	19.4	34	57
Lef-25-RB	1270	16.1	15	4	33.0	33	43
Agramejo	1320	12.2	15	4	19.7	34	56
Pinto norteño	1171	12.5	17	4	19.3	31	52
Fe-33-RB	1236	13.6	17	4	21.7	36	54
Fe-30-RB	1564	14.5	18	4	23.5	37	55
S-19-RB	1427	13.6	16	5	20.7	36	54
S-17-RB	1614	15.7	17	5	19.5	34	54
S-4-RB	1268	12.2	14	4	22.8	38	53
Fe-22-RB	1289	11.4	14	4	22.3	31	48
Flor de mayo	859	9.2	13	3	23.9	31	49
Promedio	1319	12.5	15	4	21.8	34	53

Cuadro 4.13. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol en Río Bravo (RB) y - El Tapón (T) en el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de temporal.

Fuentes de variación	Loc.	g.l.	F Calculada							
			Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50 % de floración	Clorosis
Repeticiones	RB	3	7.56	6.38	2.04	1.25	4.65	8.31	2.55	7.51
	T	3	0.59	0.26	2.03	2.67	2.87	2.38	1.38	--
Tratamientos	RB	19	2.21 *	3.98 **	2.28 **	4.57 **	52.05 **	3.05 **	15.33 **	8.11 *
	T	19	3.03 **	2.63 **	4.13 **	3.87 **	32.9 **	4.61 **	7.10 **	--
Error (CM)	RB	57	35843.80	0.80	5.93	0.28	1.62	11.13	3.01	0.04
	T	57	44258.30	30.09	10.35	0.23	2.75	13.65	3.27	--
Total (CM)	RB	79	76494.90	2.14	11.08	0.71	30.08	27.30	18.81	0.14
	T	79	90269.60	56.88	25.72	0.56	33.34	36.31	11.24	--
C.V. (%)	RB		24.80	18.40	18.70	13.10	6.10	10.10	3.30	17.10
	T		13.40	25.20	13.90	9.61	7.30	8.20	3.60	

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

CM Cuadrado medio

de clorosis, sólo se detectaron diferencias en Río Bravo, ya que en El Tapón no se presentaron los síntomas de la deficiencia de fierro, debido principalmente a diferencias en textura y salinidad del suelo (Cuadro 3.2.). Las diferencias entre genotipos sugieren la presencia de amplia variabilidad genética para todas las características y la posibilidad de identificar materiales superiores por simple selección bajo condiciones desfavorables. Rocha (1984) estudió la interacción genotipo-ambiente y su efecto sobre la asociación de caracteres en frijol y encontró diferencias altamente significativas entre genotipos en las características estudiadas bajo temporal en Durango. Galván (1983) menciona que los factores que inciden para provocar clorosis férrica son numerosos y varían entre localidades, ésto ocasiona múltiples interacciones que provocan que la respuesta de los genotipos varíe entre ciclos y localidades, resultando en altos valores de interacción genotipo-ambiente y haciendo difícil la evaluación de clorosis y el mejoramiento bajo condiciones de campo.

Los coeficientes de variación se presentaron en un rango de 3.3 por ciento a 25.2 por ciento en ambas localidades, lo cual permite suponer una alta confiabilidad de los resultados aunque los valores para rendimiento por hectárea en Río Bravo (24.8 por ciento) y rendimiento por planta en El Tapón (25.2 por ciento) fueron ligeramente altos debido a diferencias entre genotipos, su origen, altas temperaturas de suelo y aire y distribución errática de las lluvias.



Los promedios de diferentes características agronómicas de los genotipos en cada localidad se presentan en el Cuadro 4.14.

El rendimiento por hectárea en Río Bravo varió de 479 kg/ha a 1047 kg/ha con un promedio de 764 kg/ha, mientras que en El Tapón dicha variación fue de 1214 kg/ha a 1860 kg/ha con una media de 1570 kg/ha. Los genotipos Fe-30-RB y S-17-RB presentaron alto rendimiento en ambas localidades, mientras que S-18-RB, S-19-RB y Delicias-71 solo en Río Bravo y Pinto-114, Ciateño y Adjuntas-21 solo en El Tapón. En el CAERIB (INIA, 1982) se evaluaron varios genotipos de frijol para identificar variedades con alto potencial de rendimiento bajo condiciones del norte de Tamaulipas; los materiales S-18-RB, S-19-RB, Delicias-71, Ciateño y Adjuntas-21 fueron clasificados como altamente rendidores lo cual concuerda con los resultados de este estudio.

La obtención de altos rendimientos de algunos genotipos sólo en una localidad pero no en la otra indica que existe una fuerte interacción del genotipo con el medio ambiente. Lonquist y Gardner (1964) indican que las interacciones genotipo-ambiente son generalmente significativas y causadas por diferentes factores tales como el tipo de suelo, temperatura, plagas, enfermedades, lluvias, etc.

El promedio de rendimiento por hectárea en Río Bravo se redujo un 105 por ciento en relación a El Tapón, debido principalmente al efecto de la clorosis sobre los genotipos.

Cuadro 4.14. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de temporal

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Closoxis*
	RB	T	RB	T	RB	R	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB
Mulato	709	1547	5.6	28.9	15	29	4	5	21.4	24.1	36	44	53	51	AR
Azabache	808	1616	5.0	28.0	13	27	4	5	18.3	22.1	34	42	53	51	AR
Delicias-71	891	1469	5.2	16.6	12	22	4	5	18.1	17.2	24	34	56	51	AR
Pinto-114	813	1831	4.2	26.4	10	22	2	4	32.3	33.7	27	48	42	45	MR
Negro Jamapa	677	1610	4.6	23.7	13	21	4	5	18.2	21.0	33	43	55	51	R
Agrarista	766	1625	4.3	19.8	14	21	5	5	17.5	19.6	33	46	53	53	AR
Ciateño	782	1719	4.4	19.9	12	19	4	6	16.5	18.7	34	46	56	52	AR
S-18-RB	1047	1599	6.2	20.7	11	22	5	5	21.2	20.7	34	46	53	50	AR
Negro Huasteco	657	1323	4.2	16.4	12	18	5	5	18.4	18.6	35	46	53	49	R
Adjuntas-21	987	1708	4.3	20.2	14	22	4	5	18.0	19.6	33	45	53	54	AR
Lef-25-RB	818	1485	6.9	29.9	15	25	4	4	33.9	35.3	34	54	51	48	AR
Agramejo	703	1641	4.0	16.1	10	19	4	5	17.5	19.4	32	45	55	52	AR
Pinto norteño	583	1453	3.9	22.8	16	30	4	5	19.1	19.2	32	40	50	49	AR
Fe-33-RB	682	1214	5.1	14.8	17	20	4	5	20.3	22.4	36	43	53	54	AR
Fe-30-RB	870	1839	4.7	22.7	14	25	4	5	22.1	25.1	37	48	52	52	AR
S-19-RB	903	1584	5.0	22.3	14	22	4	6	19.7	20.6	34	43	55	50	AR
S-17-RB	995	1860	6.3	27.6	14	27	5	6	20.1	21.7	32	43	51	51	AR
S-4-RB	563	1469	4.9	21.9	14	22	4	5	20.2	24.2	35	46	52	50	AR
Fe-22-RB	740	1601	5.3	20.3	13	21	4	5	23.5	23.7	33	45	46	47	AR

Cuadro 4.14. .... Continuación

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Clorosis*
	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	
Flor de mayo	479	1214	3.3	18.8	11	24	3	5	23.8	27.4	33	50	51	48	MR
Promedio	764	1570	4.9	21.8	13	23	4	5	21.0	22.7	33	45	52	50	
DMS (0.05)	328	365	1.6	9.5	4	6	1	1	2.2	2.9	6	6	3	3	

\* AR = Altamente resistente; R = Resistente; MR = Moderadamente resistente

El rendimiento por planta varió de 3.3 g a 6.9 g con un promedio de 4.9 g en Río Bravo, mientras que en El Tapón dicha variación fue de 16.1 g a 29.9 g con una media de 21.8 g. Los genotipos con mayor rendimiento en Río Bravo fueron: Lef-25-RB (6.9 g), S-17-RB (6.3 g), S-18-RB (6.2 g), Mulato (5.6 g) y Fe-22-RB (5.3 g), mientras que en El Tapón fueron Lef-25-RB (29.9 g), Mulato (28.9 g), Azabache (28.0 g), S-17-RB (27.6 g) y Pinto-114 (26.4 g). El rendimiento por planta en Río Bravo se redujo un 151 por ciento en relación a El Tapón, lo cual se atribuye principalmente a la clorosis de los genotipos.

Considerando simultáneamente el rendimiento por hectárea y por planta los genotipos S-17-RB, Pinto-114 y Lef-25-RB fueron sobresalientes en ambas localidades bajo condiciones de temporal y por lo tanto, se clasifican como altamente resistentes a sequía. Estos materiales pueden utilizarse en regiones temporaleras donde la precipitación es escasa, errática, mal distribuída y además, altas temperaturas del suelo y aire, lo cual produce una verdadera condición de sequía en los cultivos.

De acuerdo con Kambal (1969) el rendimiento por planta es el producto del número de semillas por el peso de semilla, mientras que el número de semillas por planta es el producto del número de vainas y semillas por vaina.

Varios investigadores (Adams, 1967; Duarte y Adams, 1972 y Sarafi, 1978) indicaron que los componentes primarios del rendimiento del frijol son el número de vainas por planta, semillas por vaina y peso de 100 semillas.

El número de vainas por planta en Río Bravo se presentó en un rango de 10 a 17 con una media de 13 vainas, - - mientras que en El Tapón varió de 18 a 30 con una media de - 23 vainas por planta. El máximo número de vainas en Río Bravo correspondió a la línea Fe-33-RB (17), seguida de Pinto - Norteño (16), Mulato (15) y Lef-25-RB (15), mientras que en El Tapón se presentó en Pinto Norteño (30), Mulato (29), Azabache (27) y S-17-RB (27). Sarafi (1978) calculó la heredabilidad y el avance genético de los componentes del rendi- - miento en poblaciones  $F_2$  y  $F_3$  de frijol, encontrando una variación de 23 a 32 vainas por planta en 20 líneas  $F_3$  bajo - condiciones favorables. En Río Bravo el promedio de vainas se redujo en un 77 por ciento en relación a El Tapón debido al efecto de la clorosis. El carácter vainas por planta fue afectado en forma más severa por la clorosis que los otros - componentes del rendimiento tales como semillas por vaina y peso de 100 semillas.

El número de semillas por vaina es otro carácter importante en la determinación del rendimiento total del frijol. Dicha característica en río Bravo se presentó en un rango de dos a cinco con un promedio de cuatro, mientras que en El Tapón el rango fue de cuatro a seis con una media de cinco semillas por vaina. El mayor valor de este carácter en Río Bravo fue obtenido por Agrarista, S-18-RB, Negro Huasteco y S-17-RB, todos con cinco semillas por vaina. Por otro lado, en El Tapón los genotipos con el mayor número de semillas por vaina fueron: Ciateño, S-19-RB y S-17-RB todos con seis semillas. Dickson (1967) efectuó un análisis dialélico

con 28 genotipos de frijol y encontró una variación de cuatro a seis semillas por vaina. A causa principalmente de la clorosis, el promedio de semillas por vaina en Río Bravo se redujo un 25 por ciento en comparación a El Tapón.

El peso de 100 semillas también está directamente relacionado con el rendimiento total del frijol. En Río Bravo este carácter varió de 17.5 g a 33.9 g con un promedio de 21.0 g y en El Tapón de 17.2 g a 35.3 g con una media de 22.7 g. El máximo peso de 100 semillas correspondió a Lef-25-RB, Pinto-114 y Flor de Mayo tanto en Río Bravo (33.9 g, 32.3 g y 23.8 g, respectivamente) como en El Tapón (35.3 g, 33.7 y 27.4 g, respectivamente). Estos genotipos no sobresalen por su rendimiento, sin embargo, es necesario tomarlos en consideración ya que el tamaño de su grano corresponde a las preferencias regionales de consumo. El peso de 100 semillas es un mejor carácter de selección bajo condiciones de temporal que vainas por planta o semillas por vaina, porque en condiciones de severa sequía las vainas contienen semillas mal llenada, mal formada o estéril. Por lo tanto, el peso de 100 semillas es un carácter muy potente para seleccionar genotipos con alto rendimiento bajo estas condiciones. El peso de 100 semillas en Río Bravo presentó una reducción en un ocho por ciento a causa principalmente de la clorosis observada en los genotipos.

La altura de planta en Río Bravo se presentó en un rango de 24 cm a 37 cm con una media de 33 cm, mientras que en El Tapón dicho rango fue de 34 cm a 54 cm con un promedio

de 45 cm. La mayor altura en Río Bravo se presentó en Fe-30-RB (37 cm), seguido de Mulato (36 cm), Fe-33-RB (36 cm), S-4-RB (35 cm) y Negro Huasteco (35 cm), mientras que en El Tapón correspondió a Lef-25-RB (54 cm), Flor de Mayo (50 cm), Pinto-114 (48 cm) y Fe-30-RB (48 cm). Rocha (1984) menciona que la altura de planta es una función del número de nudos y longitud de entrenudo, los cuales son muy afectados por un ambiente desfavorable. En cada nudo se desarrolla una hoja y un racimo, por lo cual, teóricamente el rendimiento depende del número de nudos por planta. El promedio de altura de planta en Río Bravo presentó una reducción de un 36 por ciento en relación a El Tapón, debido principalmente a la incidencia de clorosis en las plantas.

La característica días a 50 por ciento de floración se presentó en un rango de 42 a 56 con un promedio de 52 días en Río Bravo, mientras que en El Tapón, dicho rango fue de 45 a 54 con una media de 50 días. De acuerdo a este carácter, los genotipos más precoces fueron: Pinto-114 y Fe-22-RB tanto en Río Bravo (42 y 46 días, respectivamente) como en El Tapón (45 y 47 días, respectivamente). Sathyanarayanaiah (1980), enfatizó la importancia de las variedades precoces para condiciones de sequía ya que poseen un mecanismo de escape para condiciones adversas. Las variedades que combinan precocidad con alto rendimiento son muy apropiadas para siembras de grandes superficies bajo temporal. De acuerdo con Miranda (1966) las variedades precoces tienen un mayor potencial en áreas de temporal para evitar el riesgo de heladas, sequía,

plagas, enfermedades y para cubrir el mercado cuando hay escasez de frijol. Los genotipos más tardíos fueron: Delicias-71 y Ciateño (los dos con 56 días) en Río Bravo y Fe-33-RB y Adjuntas-21 (ambos con 54 días) en El Tapón. El carácter días a 50 por ciento de floración no fue muy afectado por el cambio de localidad ya que la diferencia en los promedios fue sólo de un cuatro por ciento superior en Río Bravo en relación a El Tapón, lo cual sugiere que este carácter es poco afectado por el cambio de ambiente.

Con respecto a la incidencia de clorosis en Río Bravo los genotipos Negro Jamapa y Negro Huasteco se clasificaron como resistentes, Flor de Mayo y Pinto-114 como moderadamente susceptibles y los 16 restantes como altamente resistentes. Aunque existe variabilidad con respecto a la expresión de clorosis, en general ésta se reduce en comparación con el mismo experimento instalado bajo condiciones de riego debido posiblemente a la naturaleza salina del agua de riego la cual acentúa los síntomas de deficiencia de fierro.

La incidencia de clorosis en Río Bravo sirve para clasificar los genotipos de acuerdo al grado de resistencia o susceptibilidad, mientras que el experimento de El Tapón es útil para evaluar el potencial de los genotipos ya que el ambiente contribuye favorablemente al rendimiento del frijol.

En el presente experimento se identificó a los genotipos Mulato, S-17-RB, S-18-RB y Fe-30-RB como superiores con respecto a su rendimiento, componentes del rendimiento y resistentes a clorosis. INIA (1981 y 1982) en algunas evaluaciones



de rendimiento realizadas en el norte de Tamaulipas identificó a éstos y algunos otros materiales de frijol con un alto grado de resistencia a clorosis y buen potencial de rendimiento.

Las correlaciones fenotípicas simples (para cada localidad) y combinadas (para las dos localidades) entre todas las características consideradas se presentan en el Cuadro 4.15.

El rendimiento por hectárea se asoció en forma positiva y significativa con el rendimiento por planta solo en Río Bravo ( $r = 0.633$ ), mientras que en El Tapón y en forma combinada, dicha asociación presentó un alto valor positivo pero no significativo ( $r = 0.440$  y  $r = 0.418$ , respectivamente) lo cual indica la tendencia positiva en la asociación de estos caracteres; con clorosis, la correlación fue negativa sin llegar a ser significativa en Río Bravo ( $r = -0.368$ ). Galván (1983) al estudiar la edad de la planta más apropiada para evaluar la clorosis férrica en 25 genotipos de frijol, encontró que el rendimiento se asocia negativa y significativamente con la lectura de clorosis efectuada a los 56 días después de la siembra.

El rendimiento por planta también se correlacionó positiva y significativamente con vainas por planta y peso de 100 semillas en El Tapón ( $r = 0.707$  y  $r = 0.567$ ), respectivamente) y en forma combinada ( $r = 0.592$  y  $r = 0.543$ , respectivamente), mientras que con clorosis en Río Bravo la correlación tiende a ser negativa ( $r = -0.348$ ) aunque no fue significativa.

Cuadro 4.15. Correlaciones fenotípicas simples y combinadas (C) entre diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo otoño-invierno 1983 bajo condiciones de temporal

Característica	Localidad	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% de floración	Clorosis <sup>1</sup>
Rendimiento (kg/ha)	RB	0.633 **	-0.112	0.325	0.065	-0.188	0.078	-0.368
	T	0.440	0.115	0.156	0.048	0.039	0.046	-
	C	0.418	-0.024	0.126	0.029	-0.052	-0.016	-
Rendimiento por planta	RB	-	0.307	0.384	0.335	0.111	0.021	-0.348
	T	-	0.707 **	-0.238	0.567 **	0.274	-0.322	-
	C	-	-0.592 **	-0.286	0.543 *	0.271	-0.334	-
Vainas por planta	RB	-	-	0.277	-0.064	0.451 *	0.113	-0.392
	T	-	-	-0.059	-0.235	-0.101	-0.133	-
	C	-	-	-0.040	0.134	0.039	-0.041	-
Semillas por vaina	RB	-	-	-	-0.537 *	0.361	0.529 *	-0.652 **
	T	-	-	-	-0.665 **	-0.385	0.434	-
	C	-	-	-	-0.673 **	0.003	0.684 **	-
Peso de 100 semillas	RB	-	-	-	-	-0.134	-0.703 **	0.476 *
	T	-	-	-	-	0.706 **	-0.607 **	-
	C	-	-	-	-	0.404	-0.719 **	-
Altura	RB	-	-	-	-	-	-0.214	-0.304
	T	-	-	-	-	-	-0.312	-
	C	-	-	-	-	-	-0.060	-
Días a 50 % de floración	RB	-	-	-	-	-	-	-0.441
	T	-	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-	-

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

<sup>1</sup> La clorosis solo se presentó en la localidad Río Bravo

Estos resultados sugieren que el rendimiento por planta puede ser mejorado en forma indirecta al seleccionar materiales con alto número de vainas por planta y mayor peso de semilla, lo cual concuerda con Kambal (1969) cuando expresa que el rendimiento por planta es el resultado del número de semillas por el peso de semilla y a su vez, el número de semillas depende del número de vainas y semillas por vaina.

El número de vainas por planta presentó otra correlación positiva y significativa solo con altura de planta en Río Bravo ( $r = 0.451$ ) concordando con lo mencionado por Rocha (1984) al indicar que el rendimiento depende del número de racimos el cual a su vez, depende del número de nudos y por lo tanto de la altura de planta; la correlación con clorosis nuevamente tiende a ser negativa pero no significativa en Río Bravo ( $r = -0.392$ ). Estos datos permiten suponer que el número de vainas por planta puede mejorar en forma indirecta al escoger materiales superiores en altura.

El número de semillas por vaina se correlacionó positiva y significativamente con días a 50 por ciento de floración en Río Bravo ( $r = -0.529$ ) y en forma combinada ( $r = 0.684$ ); en forma negativa con peso de 100 semillas en Río Bravo ( $r = -0.537$ ), El Tapón ( $r = -0.665$ ) y en forma combinada ( $r = -0.673$ ), e igualmente negativa con clorosis en Río Bravo ( $r = -0.652$ ). Adams (1967), al realizar evaluaciones de variedades, líneas  $F_4$  y  $F_3$  bajo diferente densidad de población en frijol, encontró una asociación que tiende a ser negativa en la mayoría de los casos entre el número de

semillas por vaina y el peso de 100 semillas. Estos resultados indican que es posible mejorar en forma indirecta el número de semillas por vaina al seleccionar genotipos con menor peso de 100 semillas, menor incidencia de clorosis y mayor número de días a 50 por ciento de floración.

El peso de 100 semillas también se asoció negativa y significativamente con días a 50 por ciento de floración en Río Bravo ( $r=-0.703$ ), El Tapón ( $r=-0.607$ ) y en forma combinada ( $r=-0.719$ ), mientras que con altura de planta en El Tapón la asociación fue positiva ( $r=0.706$ ), al igual que con clorosis en Río Bravo ( $r=0.476$ ). Galván (1983) en un estudio encaminado a determinar la edad mas apropiada para evaluar clorosis en frijol encontró que el peso de 100 semillas se correlaciona en forma negativa con la clorosis evaluada a los 39 días después de la siembra. Los datos obtenidos sugieren que los genotipos con un menor número de días a 50 por ciento de floración y mayor incidencia de clorosis presentarán un mayor peso de semilla.

Es interesante observar que en este experimento la mayoría de las correlaciones de clorosis con las diversas características presentan una tendencia a ser negativas (excepto con peso de 100 semillas ) pero sin llegar a ser significativas, lo cual puede ser explicado si se considera que la incidencia de clorosis en los genotipos se redujo en comparación a los anteriores experimentos.

El análisis de varianza combinado para todas las características en Río Bravo y El Tapón, se presenta en el Cuadro 4.16. Dicho análisis revela que existen diferencias

Cuadro 4.16. Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de - temporal

Fuentes de variación	g.l.	F calculada						
		Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% de floración
Localidades	1	174.95 **	1762.50 **	222.16 **	69.40 **	15.46**	91.84 **	22.44 **
Error A (CM)	6	148,608.36	6.48	16.55	0.48	7.71	62.46	6.10
Tratamientos	19	4.24 **	3.17 **	4.74 **	7.68 **	78.32 **	5.54 **	19.09 **
Trat x loc	19	1.08 NS	2.16 **	2.18 **	0.92 NS	1.83 *	2.27 **	3.01 **
Error B (CM)	114	40,051.03	15.45	8.14	0.25	2.18	12.39	3.14
C.V. (%)		17.10	29.50	15.80	10.00	6.70	9.00	3.40

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

NS No significativa

CM Cuadrado medio

significativas entre localidades y tratamientos indicando que existe variabilidad tanto entre localidades como entre genotipos; también se detectó una interacción genotipo-ambiente significativa para la mayoría de las características a excepción del rendimiento por hectárea y semillas por vaina, lo cual sugiere que estos caracteres son poco afectados por el ambiente al menos en el presente experimento.

Los valores de los coeficientes de variación se presentaron en un rango de 3.4 por ciento a 17.1 por ciento para todas las características (excepto para rendimiento por planta) indicando una alta confiabilidad de los resultados. El coeficiente de variación del rendimiento por planta (29.5 por ciento) fue un poco mas alto del normal, lo cual se atribuye a diferencias en los genotipos, su origen, condiciones ambientales, clorosis en Río Bravo y tamaño de muestra.

En el Cuadro 4.17 se presentan los promedios de las dos localidades para todas las características sobresaliendo S-17-RB, Fe-30-RB, S-18-RB, Pinto-114 y Adjuntas-21 por su alto rendimiento, mientras que por sus altos valores de componentes del rendimiento se distinguen Lef-25-RB, Mulato, S-17-RB, Azabache y Pinto-114.

El análisis de varianza para todas las características agronómicas en Río Bravo y El Tapón durante el ciclo otoño-invierno de 1984 bajo condiciones de temporal se presenta en el Cuadro 4.18. Dicho análisis revela diferencias significativas entre genotipos para todas las características en Río Bravo y la mayoría de ellas en El Tapón, lo cual indica

Cuadro 4.17. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo otoño-invierno de 1983 bajo condiciones de temporal

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta (g)	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura (cm)	Días a 50% de floración
Mulato	1128	17.2	22	5	22.7	40	52
Azabache	1212	16.5	20	5	20.2	38	52
Delicias-71	1180	10.9	17	5	17.6	29	53
Pinto-114	1322	15.3	16	3	33.0	37	43
Negro Jamapa	1143	14.2	17	4	19.6	38	53
Agrarista	1195	12.0	17	5	18.5	40	53
Ciateño	1250	12.2	15	5	17.6	40	54
S-18-RB	1323	13.4	16	5	20.9	40	51
Negro huasteco	990	10.3	15	5	18.5	40	51
Adjuntas-21	1253	12.3	18	5	18.8	39	53
Lef-25-RB	1151	18.4	20	4	34.6	44	49
Agramejo	1172	10.0	15	5	18.5	38	54
Pinto norteño	1018	13.3	23	4	19.1	36	49
Fe-33-RB	948	10.0	19	5	21.3	39	54
Fe-30-RB	1354	13.7	19	5	23.6	43	52
S-19-RB	1243	12.6	18	5	20.2	38	53
S-17-RB	1427	16.9	21	5	20.9	38	51
S-4-RB	1016	13.4	18	5	22.2	40	51
Fe-22-RB	1170	12.8	17	5	23.6	39	46
Flor de mayo	847	11.1	17	4	25.6	41	43
Promedio	1167	13.3	18	5	21.8	39	51

Cuadro 4.18. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol en Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal

Fuentes de variación	Loc.	g.l.	F Calculada							
			Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50 % de floración	Clorosis
Repeticiones	RB	3	0.46	0.88	3.28	1.50	0.62	1.50	10.23	0.67
	T	3	8.39	6.58	12.94	13.74	11.17	5.67	1.17	--
Tratamientos	RB	19	5.59 **	2.51 **	3.84 **	2.55 **	10.11 **	5.39 **	116.35 **	11.77 **
	T	19	1.62 NS	1.31 NS	1.97 *	2.19 *	16.29 **	2.95 **	19.86 **	--
Error (CM)	RB	57	10195.90	0.55	3.71	0.24	3.46	15.48	2.05	0.02
	T	57	191278.10	3.69	11.25	0.49	5.52	22.72	5.16	--
Total (CM)	RB	79	29439.70	1.03	9.09	0.47	15.21	44.50	81.55	0.11
	T	79	378765.10	6.59	26.30	1.21	38.78	51.83	39.61	--
C.V. (%)	RB		18.30	27.40	21.40	16.50	9.40	14.60	2.50	14.80
	T		69.90	71.60	41.90	23.40	12.00	16.40	4.50	--

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

NS No significativa

CM Cuadrado medio



que existe amplia variabilidad genética que permita la obtención de variedades por simple selección. Los síntomas de la deficiencia de fierro no fueron manifestados en la localidad El Tapón, principalmente a causa de diferencias en textura y salinidad del suelo (Cuadro 3.2.).

La presencia de pudriciones radiculares en un área - muy extensa del experimento de El Tapón no permitió la óptima expresión del potencial de rendimiento, el cual se presentó en forma muy desigual en las parcelas elevando significativamente el valor del error experimental y los valores de los coeficientes de variación de las características rendimiento por hectárea (69.9 por ciento), rendimiento por planta (71.6 por ciento) y vainas por planta (41.9 por ciento). A excepción de las características anteriores, los coeficientes de variación se presentaron en un rango de 2.5 por ciento a 27.4 por ciento en ambas localidades, lo cual indica una confiabilidad aceptable de los resultados.

Los promedios de las diferentes características en cada localidad se presentan en el Cuadro 4.19.

El rendimiento por hectárea varió de 292 kg/ha a 770 kg/ha con un promedio de 552 kg/ha en Río Bravo, mientras que en El Tapón la variación fue de 209 kg/ha a 1170 kg/ha con una media de 625 kg/ha. En Río Bravo el genotipo con mayor rendimiento por hectárea fue Agramejo (770 kg/ha), seguido de Ciateño (699 kg/ha), S-18-RB (688 kg/ha), S-17-RB (641 kg/ha) y Adjuntas-21 (617 kg/ha), mientras que en El Tapón fueron Ciateño (1170 kg/ha), Delicias-71 (1120 kg/ha), Pinto Norteño -

Cuadro 4.19. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 Semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Clorosis*
	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB
Mulato	571	246	2.9	1.0	9	6	4	3	19.6	15.6	28	25	56	51	AR
Azabache	571	728	2.6	3.4	9	8	3	4	18.7	18.9	26	35	62	52	AR
Delicias-71	606	1120	2.8	4.2	10	13	4	4	18.0	18.1	24	34	61	52	AR
Pinto-114	332	684	1.7	3.6	6	8	2	3	28.0	28.1	17	26	38	36	R
Negro Jamapa	578	209	2.7	0.9	10	5	4	2	18.7	18.1	29	23	63	52	AR
Agrarista	562	594	3.2	2.5	11	9	4	4	17.4	16.2	29	29	62	52	AR
Ciateño	699	1170	3.3	4.3	10	12	4	4	17.9	20.1	25	24	62	52	AR
S-18-RB	606	711	2.9	3.1	10	5	3	3	20.3	15.1	26	27	59	52	AR
Negro Huasteco	547	408	3.5	1.7	10	8	3	3	20.0	17.2	37	31	63	53	R
Adjuntas-21	617	640	2.8	2.6	9	8	3	4	10.5	17.0	27	31	62	55	AR
Lef-25-RB	360	704	1.6	3.5	5	7	3	3	26.2	33.7	18	32	37	37	AR
Agramejo	770	388	3.7	1.6	10	9	4	3	17.3	16.2	26	26	62	51	AR
Pinto Norteño	500	1004	2.1	4.4	14	13	3	3	18.1	16.9	33	28	55	50	AR
Fe-33-RB	512	408	2.4	2.2	8	7	3	3	19.4	14.9	26	27	56	51	AR
Fe-30-RB	528	604	2.7	2.8	9	9	3	3	21.0	20.9	29	36	60	52	AR
S-19-RB	578	1002	3.2	4.0	12	10	3	4	19.9	22.0	34	35	59	52	AR
S-17-RB	641	471	3.0	1.9	8	8	3	3	15.2	16.3	28	26	61	53	AR
S-4-RB	688	644	3.0	2.8	10	10	4	4	18.8	23.8	29	30	59	51	AR
Fe-22-RB	479	385	2.3	1.8	9	7	3	3	22.4	23.6	26	24	51	46	AR

Cuadro 4.19. .... Continuación

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 Semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Clorosis*
	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB	T	RB
Flor de mayo	292	376	1.7	1.5	8	7	3	2	20.4	19.1	28	24	48	48	MR
Promedio	552	625	2.7	2.7	9	8	3	3	19.8	19.6	27	29	57	50	
DMS (0.05)	175	759	1.3	3.3	3	6	1	1	3.2	4.1	7	8	2	4	

\* AR = Altamente resistente; R = Resistente; MR = Moderadamente resistente

(1004 kg/ha), S-19-RB (1002 kg/ha) y Azabache (728 kg/ha).

El promedio de rendimiento en Río Bravo se redujo un 13 por ciento en relación con el promedio de El Tapón. Normalmente ésta diferencia sería mucho mayor ya que en la segunda localidad no se manifiestan los síntomas de deficiencia de fierro; sin embargo, la fuerte incidencia de pudriciones radiculares en El Tapón redujo en gran medida la diferencia. Además, se observó una gran disparidad en el rendimiento entre parcelas y entre genotipos debido a que la distribución de las pudriciones no fue uniforme en el terreno.

Una tendencia similar a la del rendimiento por hectárea se presentó en el rendimiento por planta y vainas por planta mientras que el resto de las características se comportaron mas o menos como en los experimentos V y VI. Las correlaciones entre el rendimiento y sus componentes se presentaron en forma más acentuada que en los experimentos V y VI ya que fueron positivas y significativas con rendimiento por planta, vainas por planta y semillas por vaina, mientras que con peso de 100 semillas tienden a ser negativas en las dos localidades por separado y en forma combinada. Las correlaciones de clorosis con el resto de las características también presentan la misma tendencia que en los experimentos anteriores aunque la mayoría no fueron significativas debido a que su efecto fue en gran parte enmascarado por el daño de pudriciones radiculares (Cuadro 4.20. ).

En el Cuadro 4.21 se presenta el análisis de varianza combinado para los experimentos VII y VIII, el cual revela

Cuadro 4.20. Correlaciones fenotípicas simples y combinadas (C) entre diferentes características agronómicas de frijol en las localidades Río Bravo (RB) y El Tapón (T) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal

Característica	Localidad	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% de floración	Clorosis <sup>1</sup>
Rendimiento (kg/ha)	RB	0.879 **	0.482 *	0.641 **	-0.733 **	0.312	0.815 **	-0.508 **
	T	0.962 **	0.782 **	0.649 **	0.330	0.454 *	0.000	-
	C	0.960 **	0.751 **	0.712 **	-0.137	0.302	0.315	-
Rendimiento por planta	RB	-	0.503 *	0.573 **	-0.671 **	0.523 *	0.839 **	-0.300
	T	-	0.701 **	0.595 **	0.193	0.495 *	-0.181	-
	C	-	0.703 **	0.624 **	-0.062	0.371	0.260	-
Vainas por planta	RB	-	-	0.378	-0.614 **	0.744 **	0.638 **	-0.249
	C	-	-	0.569 **	0.009	0.351	0.160	-
	T	-	-	0.775**	-0.430	0.565 **	0.532 *	-
Semillas por vaina	RB	-	-	--	-0.595 **	0.190	0.551 *	-0.340
	T	-	-	-	0.016	0.571 **	0.270	-
	C	-	-	-	-0.373	0.360	0.537 *	-
Peso de 100 semillas	RB	-	-	-	-	-0.573. **	-0.867 **	0.321
	T	-	-	-	-	0.185	-0.821 **	-
	C	-	-	--	-	-0.331	-0.879 **	-
Altura	RB	-	-	-	-	-	0,640 **	-0.029
	T	-	-	-	-	-	0,151	-
	C	-	-	-	-	-	0,579 **	-
Días a 50% de floración	RB	-	-	-	-	-	-	-0.282
	T	-	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-	-

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

<sup>1</sup> La clorosis solo se presentó en la localidad Río Bravo

Cuadro 4.21. Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal

Fuentes de variación	g.l.	F calculada						
		Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% de floración
Localidades	1	0.26	0.0008	0.40	0.21	0.05	0.96	598.78 **
Error A (CM)	6	804,616.51	12.40	78.87	3.56	31.94	76.02	3.25
Tratamientos	19	2.00*	1.27 NS	3.66 **	3.24 **	23.83 **	4.51 **	88.26 **
Trat x Loc	19	1.63*	1.66 *	1.20 NS	1.32 NS	4.00 **	3.36 **	6.02 **
Error B (CM)	114	100,736.98	2.12	7.48	0.37	4.49	19.10	3.60
C.V. (%)		53.90	53.90	30.30	20.20	10.70	15.60	3.50

\*\* Significativa al nivel de 1 por ciento

\* Significativa al nivel de 5 por ciento

CM Cuadrado medio

NS No significativa,

que solo existen diferencias entre localidades para el caracter días a 50 por ciento de floración; se detectaron diferencias entre tratamientos para todas las características excepto en rendimiento por planta y la interacción genotipo-ambiente resultó significativa para todas las características excepto para vainas por planta y semillas por vaina.

En el Cuadro 4.22 se presentan los promedios de las características en las dos localidades consideradas simultáneamente, observándose que los mayores rendimientos por hectárea corresponden a Ciateño (935 kg/ha), Delicias-71 (863 kg/ha), S-19-RB (790 kg/ha), Pinto Norteño (752 kg/ha) y S-4-RB (666 kg/ha), mientras que Ciateño, S-19-RB, Delicias-71 y S-4-RB presentaron los mas altos valores de componentes de rendimiento.

En el Cuadro 4.23. se presenta el análisis combinado de los cuatro ambientes bajo temporal (experimentos V, VI, VII y VIII), el cual revela que existen diferencias altamente significativas entre localidades y tratamientos, además de una fuerte interacción genotipo-ambiente para todas las características consideradas.

Al examinar simultáneamente los promedios de rendimiento y sus componentes en los cuatro experimentos bajo temporal (Cuadro 4.24.) los genotipos Lef-25-RB, Pinto-114, S-17-RB y Fe-30-RB sobresalen por su mayor adaptación a través de diferentes ambientes y ciclos agrícolas. Existen varias formas de identificar los genotipos resistentes bajo condiciones temporales. Los genotipos con alto rendimiento

Cuadro 4.22. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) durante el ciclo primavera-verano de 1984 bajo condiciones de temporal

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta (g)	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas (g)	Altura (cm)	Días a 50% de floración
Mulato	408	1.9	8	4	17.6	26	54
Azabache	649	3.0	9	4	18.8	31	57
Delicias-71	863	3.5	12	4	18.0	29	57
Pinto-114	508	2.7	6	3	28.0	21	37
Negro Jamapa	394	1.8	7	3	18.4	26	58
Agrarista	578	2.9	10	4	16.8	29	57
Ciateño	935	3.8	11	4	19.0	25	57
S-18-RB	658	3.0	7	3	17.7	26	56
Negro Huasteco	478	2.6	9	3	18.6	34	58
Adjuntas-21	628	2.7	9	4	17.7	29	58
Lef-25-RB	532	2.5	6	3	29.9	25	37
Agramejo	579	2.7	10	4	16.8	26	56
Pinto Norteño	752	3.2	13	3	17.5	30	53
Fe-33-RB	460	2.3	7	3	17.1	26	53
Fe-30-RB	566	2.8	9	3	20.9	32	56
S-19-RB	790	3.6	11	4	20.9	34	55
S-17-RB	556	2.5	8	3	15.7	27	57
S-4-RB	666	2.9	10	4	21.3	30	55
Fe-22-RB	432	2.1	8	3	23.0	25	48
Flor de Mayo	334	1.6	7	3	19.8	26	48
Promedio	588	2.7	9	3	19.7	28	53



Cuadro 4.23. Análisis de varianza combinado para diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) y dos ciclos (otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984) bajo condiciones de temporal.

Fuentes de variación	g.l.	F calculada						
		Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 Semillas	Altura	Días a 50% de floración
Localidades	3	37.08 **	721.70 **	73.09 **	31.03 **	8.29 **	74.35 **	174.16 **
Error A (CM)	12	476,612.44	9.45	47.71	2.02	19.82	69.24	4.67
Tratamientos	19	3.50 **	2.75 **	4.44 **	7.87 **	77.40 **	4.68 **	88.10 **
Trat x Loc	57	1.57 *	2.44 **	2.48 **	1.52 *	4.11 **	3.67 **	11.07 **
Error B (CM)	228	70,394.01	8.78	7.81	0.31	3.34	15.74	3.37
C.V. (%)		30.20	37.00	21.50	13.90	8.70	12.00	3.50

\*\* Significancia al nivel de 1 por ciento

\* Significancia al nivel de 5 por ciento

CM Cuadrado medio

Cuadro 4.24 Promedio de diferentes características agronómicas en frijol en dos localidades (Río Bravo y El Tapón) y dos ciclos (otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984) bajo condiciones de temporal

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta (g)	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas (g)	Altura (cm)	Días a 50% de floración
Mulato	768	9.6	15	4	20.2	33	53
Azabache	930	9.7	14	4	19.5	34	54
Delicias-71	1021	7.2	14	4	17.8	29	55
Pinto-114	915	9.0	11	3	30.5	29	45
Negro Jamapa	768	8.0	12	4	19.0	32	55
Agrarista	887	7.5	14	4	17.7	34	55
Ciateño	1092	8.0	13	4	18.3	33	56
S-18-RB	991	8.2	12	4	19.3	33	53
Negro Huasteco	734	6.4	12	4	18.5	37	54
Adjuntas-21	940	7.5	13	4	18.3	34	56
Lef-25-RB	841	10.5	13	3	32.3	34	43
Agramejo	875	6.4	12	4	17.6	32	55
Pinto Norteño	885	8.3	18	4	18.3	33	51
Fe-33-RB	704	6.1	13	4	19.2	33	53
Fe-30-RB	960	8.2	14	4	22.3	37	54
S-19-RB	1017	8.1	14	4	20.5	36	54
S-17-RB	991	9.7	14	4	18.3	32	54
S-4-RB	841	8.1	14	4	21.8	35	53
Fe-22-RB	801	7.4	12	4	23.2	32	47
Flor de Mayo	590	6.3	12	3	22.7	34	48
Promedio	878	8.0	13	4	20.8	33	52

en diferentes localidades bajo condiciones de sequía es el mejor criterio para seleccionar variedades altamente resistentes a deficiencia de humedad. Un 80 por ciento de la superficie dedicada al frijol se siembra bajo temporal en las zonas áridas y semiáridas de México, donde existen condiciones de escasas y mala distribución de lluvias y temperaturas altas de suelo y aire, por lo cual los genotipos anteriormente citados son recomendados para las regiones de temporal ya que presentan características de alto rendimiento, resistencia a sequía confirmada, precocidad y resistencia a clorosis.

Los genotipos Pinto Norteño, Mulato, S-17-RB, Azabache y Lef-25-RB con alto número de vainas por planta y Lef-25-RB, Pinto-114, Fe-22-RB y Fe-30-RB con alto peso de 100 semillas se recomiendan para un programa de hibridación con el objetivo de combinar ambas características en un genotipo y mejorar genéticamente variedades para condiciones de sequía.

#### Clasificación de Genotipos de Acuerdo a su Grado de Clorosis

En el Cuadro 4.25. se presentan los grados de clorosis en los genotipos durante 1983, 1984 y en forma combinada para los dos años, tanto bajo condiciones de riego como de temporal en Río Bravo. Bajo riego se observa un ligero incremento en las observaciones de clorosis realizadas en 1983 con respecto a las de 1984, lo cual se atribuye a los excesos de humedad provocados por lluvias intensas después de la

Cuadro 4.25. Clasificación del grado de resistencia y susceptibilidad a clorosis en 20 genotipos de frijol en 1983 y 1984 bajo condiciones de riego y temporal en Río Bravo

Genotipos	Riego			Temporal		
	1983	1984	Combinado	1983	1984	Combinado
Mulato	AR	AR	AR/AR	AR	AR	AR/AR
Azabache	MR	R	MR/R	AR	AR	AR/AR
Delicias-71	R	AR	R/AR	AR	AR	AR/AR
Pinto-114	AS	S	AS/S	MR	R	MR/R
Negro Jamapa	MR	AR	MR/AR	R	AR	R/AR
Agrarista	R	AR	R/AR	AR	AR	AR/AR
Ciateño	R	AR	R/AR	AR	AR	AR/AR
S-18-RB	MR	AR	MR/AR	AR	AR	AR/AR
Negro Huasteco	MR	MR	MR/MR	R	R	R/R
Adjuntas-21	R	AR	R/AR	AR	AR	AR/AR
Lef-25-RB	R	R	R/R	AR	AR	AR/AR
Agramejo	R	AR	R/AR	AR	AR	AR/AR
Pinto Norteño	AR	AR	AR/AR	AR	AR	AR/AR
Fe-33-RB	R	AR	R/AR	AR	AR	AR/AR
Fe-30-RB	AR	AR	AR/AR	AR	AR	AR/AR
S-19-RB	MR	AR	MR/AR	AR	AR	AR/AR
S-17-RB	AR	AR	AR/AR	AR	AR	AR/AR
S-4-RB	R	AR	R/AR	AR	AR	AR/AR
Fe-22-RB	AR	AR	AR/AR	AR	AR	AR/AR
Flor de Mayo	S	S	S/S	MR	MR	MR/MR

AR = Altamente resistente  
R = Resistente  
MR = Moderadamente resistente  
S = Susceptible  
AS = Altamente susceptible

aplicación del riego de auxilio en combinación con el drenaje deficiente en los suelos de Río Bravo. La expresión de los síntomas de clorosis en los genotipos puede variar entre años, por lo cual el fitomejorador de frijol debe estudiar los materiales por lo menos dos o tres años para identificar una verdadera resistencia a clorosis. Bajo temporal se observa la misma tendencia que bajo riego aunque no lo suficientemente grande para provocar un cambio en el grado de clorosis ya que la ausencia de riegos de auxilio impidió que el nivel de humedad del suelo fuera un factor limitante en la disponibilidad del fierro.

En condiciones de riego, los genotipos Mulato, Fe-30-RB, S-17-RB y Fe-22-RB fueron altamente resistentes y mostraron estabilidad a través de los años indicando que su respuesta a la deficiencia de fierro no fue afectada por el ambiente.

Los genotipos altamente resistentes y resistentes a clorosis, también presentaron alto rendimiento, por lo cual pueden ser utilizados como fuente de genes nuevos, progenitores donantes de genes en un programa de resistencia a clorosis, para sembrarse en áreas que muestren el problema de clorosis y como población básica en un programa de selección recurrente con el objetivo de incrementar la frecuencia de los genes resistentes en cada generación, producir nuevas recombinaciones y mantener la variabilidad genética de la población. Prohaska y Fehr (1981) mencionan que la selección recurrente puede ser utilizada con éxito en poblaciones de

soya para mejorar la resistencia a clorosis férrica en suelos calcáreos.

Para calcular las pérdidas en rendimiento y sus componentes debidos a un factor adverso, es necesario desarrollar líneas isogénicas, sin embargo, esta metodología es muy costosa y laboriosa en los cultivos. Una forma de estimar el valor de un genotipo con respecto a su respuesta a clorosis y otras características agronómicas consiste en estudiar la diferencia en rendimiento y sus componentes en una localidad que sea susceptible a clorosis en relación a otra localidad que se encuentre libre de clorosis.

La incidencia de clorosis en Río Bravo sirve para clasificar los materiales de acuerdo al grado de resistencia o susceptibilidad; por otro lado, la localidad El Tapón es útil para evaluar el potencial de los genotipos ya que el ambiente contribuye considerablemente al rendimiento del frijol.

### Parámetros Genéticos

En el Cuadro 4.26. se presentan las varianzas genotípicas, fenotípicas y heredabilidades en sentido amplio para cada caracter en ocho experimentos por separado y en el Cuadro 4.27. para dos y cuatro experimentos de acuerdo a su condición de humedad.

Sathyanarayanaiah y Morales (1985) mencionan que la utilidad de calcular los parámetros genéticos radica en -

Cuadro 4.26. Varianzas genéticas (Vg), fenotípicas (Vf) y heredabilidad (%) en sentido amplio de ocho características agronómicas de frijol en ocho ambientes del norte de Tamaulipas

Características		Río Bravo Riego 1983	Río Bravo Riego 1984	El Tapón Riego 1983	El Tapón Riego 1984	Río Bravo Temporal 1983	Río Bravo Temporal 1984	El Tapón Temporal 1983	El Tapón Temporal 1984
Rendimiento (kg/ha)	Vg	33935.09	39040.90	73161.21	85161.21	81516.65	10827.73	22411.41	29459.00
	Vf	41506.76	44477.82	86382.24	100796.99	19788.67	14247.24	33475.98	77278.52
	h <sup>2</sup>	81.75	87.77	84.69	80.87	54.71	82.10	66.94	38.12
Rendimiento por planta	Vg	2.29	1.19	27.35	4.58	0.60	0.21	12.26	0.29
	Vf	3.35	1.44	33.18	7.04	0.80	0.35	19.78	1.21
	h <sup>2</sup>	68.35	82.63	82.42	65.05	75.00	61.00	61.98	23.96
Vainas por planta	Vg	2.47	2.73	13.61	5.78	1.9	2.63	8.11	2.72
	Vf	3.73	3.18	16.15	7.97	3.38	3.56	10.7	5.54
	h <sup>2</sup>	66.21	85.84	84.27	72.52	56.21	73.87	75.79	49.09
Semillas por vaina	Vg	0.28	0.25	0.19	0.28	0.25	0.09	0.17	0.15
	Vf	0.37	0.28	0.25	0.33	0.32	0.16	0.22	0.27
	h <sup>2</sup>	75.67	89.28	76.00	84.84	78.12	56.25	77.27	55.55
Peso de 100 semillas	Vg	16.59	11.92	21.86	15.89	20.65	7.87	21.94	21.12
	Vf	16.97	12.89	22.76	16.44	21.05	8.73	22.63	22.51
	h <sup>2</sup>	97.76	92.47	96.04	96.65	98.09	90.14	96.95	93.82
Altura	Vg	9.15	11.20	6.94	19.27	5.70	16.74	12.30	11.06
	Vf	11.28	13.47	8.84	25.21	8.48	18.72	15.71	16.74
	h <sup>2</sup>	81.11	83.14	78.50	76.43	67.21	89.42	78.29	66.06
Días a 50 % de floración	Vg	14.77	62.36	7.39	32.76	10.79	59.10	4.98	24.32
	Vf	15.42	62.78	7.77	33.29	11.55	59.61	4.80	25.60
	h <sup>2</sup>	95.78	99.33	95.10	98.40	93.41	99.14	85.86	95.00
Corosis	Vg	0.11	0.17	-	-	0.06	0.06	-	-
	Vf	0.12	0.17	-	-	0.07	0.07	-	-
	h <sup>2</sup>	91.66	97.00	-	-	85.71	85.71	-	-

Cuadro 4.27. Varianzas genotípicas (vg), fenotípicas (Vf) y heredabilidad (%) en sentido amplio de ocho características agronómicas de frijol en dos y cuatro ambientes del norte de Tamaulipas

Características		R i e g o			T e m p o r a l		
		Río Bravo y El Tapón 1983	Río Bravo y El Tapón 1984	Río Bravo y El Tapón 1983 y 1984	Río Bravo y El Tapón 1983	Río Bravo y El Tapón 1984	Río Bravo y El Tapón 1983 y 1984
Rendimiento (kg/ha)	Vg	31752.39	38108.69	35353.56	15851.90	4607.75	8480.76
	Vf	47848.55	54693.40	43418.08	21242.10	25185.30	15409.97
	h <sup>2</sup>	66.36	69.67	81.42	74.62	18.29	55.03
Rendimiento por planta	Vg	3.62	1.61	1.17	1.95	- 0.10	0.17
	Vf	10.94	2.92	3.69	6.12	10.34	1.51
	h <sup>2</sup>	33.08	55.13	31.70	31.86	-29.41	11.25
Vainas por planta	Vg	2.02	3.41	1.53	2.61	2.30	0.96
	Vf	6.00	4.49	3.09	4.83	3.43	2.17
	h <sup>2</sup>	33.66	75.94	49.51	54.03	67.05	44.23
Semillas por vaina	Vg	0.22	0.25	0.23	0.21	0.09	0.12
	Vf	0.26	0.28	0.25	0.24	0.15	0.15
	h <sup>2</sup>	84.61	89.28	92.00	87.50	60.00	80.00
Peso de 100 semillas	Vg	18.26	12.68	15.06	20.84	11.13	15.30
	Vf	19.06	13.67	15.61	21.34	13.37	16.16
	h <sup>2</sup>	95.80	92.75	96.47	97.65	83.24	94.67
Altura	Vg	6.67	9.17	6.66	5.06	2.75	0.99
	Vf	8.37	14.26	8.67	8.58	10.77	4.60
	h <sup>2</sup>	79.68	64.30	76.81	58.97	25.53	21.52
Días a 50 % de floración	Vg	8.89	43.59	20.19	6.31	37.01	16.23
	Vf	10.24	45.81	22.60	7.49	39.72	18.56
	h <sup>2</sup>	86.81	95.15	89.33	84.24	93.17	87.44



Cuadro 4.27 ..... continuación

Características	R i e g o			T e m p o r a l		
	Río Bravo y El Tapón 1983	Río Bravo y El Tapón 1984	Río Bravo y El Tapón 1983 y 1984	Río Bravo y El Tapón 1983	Río Bravo y El Tapón 1984	Río Bravo y El Tapón 1983 y 1984
Clorosis	Vg	1.12*	0.40**			
	Vf	1.20*	0.42**			
	h	93.33*	95.23**			

\* Clorosis en Río Bravo bajo riego en 1983 y 1984

\*\* Clorosis en Río Bravo bajo temporal en 1983 y 1984

particionar las varianzas atribuibles a diversas causas. - Los valores relativos a dichos parámetros indican las propiedades del genotipo o la población. La varianza fenotípica ( $V_f$ ) está constituida por las varianzas genotípica, ambiental y de interacción; la varianza genotípica ( $V_g$ ) a su vez, se constituye de los efectos genéticos aditivos, de dominancia e interacción.

El rendimiento por hectárea presenta pequeñas diferencias en los valores de  $V_g$  y  $V_f$  en los ambientes Río Bravo y El Tapón-riego-1983 y 1984 y Río Bravo-temporal-1984, indicando que las fuerzas genéticas tienen mayor influencia que el ambiente en la determinación del carácter. En los ambientes Río Bravo y El Tapón-temporal-1983, la influencia del ambiente y de los genes tienen cierto equilibrio y en El Tapón temporal-1984 la influencia del ambiente fue mayor que la del genotipo para el rendimiento.

La característica rendimiento por planta, reveló pequeñas diferencias en los valores de  $V_g$  y  $V_f$  en los ambientes Río Bravo-riego-1984, El Tapón-riego-1983 y diferencias moderadas en los ambientes restantes a excepción del llamado El Tapón-temporal-1984; lo anterior indica que el genotipo fue determinante en la formación del carácter.

Para el carácter vainas por planta, las diferencias entre  $V_g$  y  $V_f$  se consideran bajas en los ambientes Río Bravo riego-1984 y El Tapón-riego-1983, de moderadas a altas en El Tapón-temporal-1984 y de moderadas a bajas en los ambientes restantes, lo cual indica una fuerte influencia del genotipo

en la determinación del carácter.

El número de semillas por vaina presenta bajas diferencias entre Vg y Vf en los ambientes Río Bravo y El Tapón riego-1984 y de moderadas a bajas en los ambientes restantes indicando que el genotipo tiene una mayor influencia que el medio ambiente en la construcción del carácter.

En los caracteres peso de 100 semillas, altura de planta y días a 50 por ciento de floración se observaron bajas diferencias entre Vg y Vf en los ocho ambientes, lo cual sugiere que el genotipo tiene un mayor efecto que el ambiente en la herencia de estas características.

Los parámetros genéticos para el carácter clorosis solo se calcularon para los ambientes en que se presentó el sistema de deficiencia de fierro. Las diferencias entre los valores de Vg y Vf se consideran muy bajas, lo cual indica una mayor influencia de la constitución genética en la determinación del carácter.

Falconer (1981) indica que la heredabilidad en sentido amplio se obtiene como el cociente de la varianza genotípica sobre la varianza fenotípica. La función de la heredabilidad es predecir la confiabilidad del valor fenotípico a través de generaciones y es muy útil en los programas de selección.

De acuerdo con Liang *et al.* (1972) las estimaciones de heredabilidad proporcionan información sobre la transmisión de caracteres de los padres a su progenie. Estas estimaciones facilitan la evaluación de los efectos genéticos y

del ambiente en la variación fenotípica y pueden ayudar a realizar una selección mas efectiva así como también a predecir el avance genético por generación.

El caracter rendimiento por planta presentó heredabilidades entre 38.12 por ciento y 87.77 por ciento en los ambientes muestreados; los altos valores pueden explicarse si se considera que los genotipos representan a una población mejorada para alto rendimiento a través de varias generaciones de selección. Rocha (1984) en un estudio sobre asociación de caracteres en frijol evaluó 33 genotipos y encontró heredabilidad superior al 80 por ciento para rendimiento de grano.

La heredabilidad para rendimiento por planta presentó una variación de 23.96 por ciento a 82.63 por ciento en los ocho ambientes; a excepción del valor obtenido en El Tapón-temporal-1984, las heredabilidades restantes se consideran de moderadas a altas. Normalmente la heredabilidad es muy baja para el caracter rendimiento en otros cultivos; sin embargo, en frijol es muy alta debido a su condición de autógama y a que los alelos para rendimiento fueron fijados a través de varios ciclos de selección de los genotipos.

La heredabilidad de las características vainas por planta (49.09 por ciento a 85.84 por ciento), semillas por vaina (55.55 por ciento a 89.28 por ciento), peso de 100 semillas (90.14 por ciento a 98.09 por ciento), altura de planta (66.06 por ciento a 89.42 por ciento), días a 50 por ciento de floración (85.86 por ciento a 99.33 por ciento) y - -

clorosis (85.71 por ciento a 97.0 por ciento) fueron muy altas y estables a través de los experimentos bajo condiciones favorables y desfavorables en Río Bravo y El Tapón.

Los componentes de rendimiento presentaron altos valores de heredabilidad y esta misma tendencia se reflejó en el caracter complejo del rendimiento. Estos valores son muy útiles para el fitomejorador de frijol ya que le permiten un rápido avance genético en los programas de selección.

Los valores de los parámetros genéticos muestran altos valores de varianza genotípica y heredabilidad, los cuales no cambiaron significativamente entre localidades, ambientes y años. En general, se observa una ligera tendencia a reducir las heredabilidades de todas las características en los ambientes bajo condiciones de temporal, lo cual es resultado de un menor control del medio ambiente, ya que el cultivo se encuentra expuesto a lluvias erráticas y temperaturas altas, ésto provoca un aumento en el valor de la varianza fenotípica. Al aumentar la varianza fenotípica se acentúa la diferencia entre ésta y la varianza genotípica reduciéndose así la heredabilidad.

La heredabilidad en sentido amplio dependerá de los valores de las varianzas genotípica y fenotípica; la varianza genotípica es constituida por la varianza aditiva, de dominancia y de interacción. Las varianzas de dominancia y de interacción se reducen paulatinamente en cada generación o ciclo de selección por la fijación de alelos recesivos y dominantes, por lo cual en éste caso la varianza aditiva es la

principal componente de la varianza genotípica. Lo anterior queda demostrado por los altos valores de heredabilidad a través de localidades, ambientes y años.

Las heredabilidades calculadas en base a dos y cuatro ambientes de acuerdo con su condición de humedad (Cuadro 4.27 ) presentan valores mas reales que los obtenidos en base a uno solo ya que la introducción de la variable ambientes permite una mayor confiabilidad en la estimación de las varianzas.

## CONCLUSIONES

1. Los análisis de varianza simples de ocho experimentos y combinados revelaron una amplia gama de variabilidad genética para todas las características agronómicas bajo condiciones de riego y temporal en dos localidades y dos ciclos agrícolas.
2. Se detectó una fuerte interacción genotipo-ambiente para todas las características bajo condiciones de riego y temporal.
3. Esta investigación identificó a los genotipos Ciateño, S-17-RB, Fe-30-RB, S-18-RB, S-19-RB y Adjuntas-21 como altamente rendidores tanto bajo riego como en temporal por lo cual se recomiendan para sembrar en grandes superficies bajo ambientes favorables y desfavorables.
4. De los 20 genotipos clasificados para el grado de resistencia a clorosis, cinco (Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB, S-17-RB y Fe-22-RB) fueron altamente resistentes, uno susceptible y uno altamente susceptible.
5. La localidad de Río Bravo bajo condiciones de riego en 1983 resultó el mejor ambiente para identificar variedades con resistencia a clorosis, mientras que El Tapón es el mejor sitio para evaluar el potencial de rendimiento de los genotipos.

6. Los genotipos Fe-30-RB, S-17-RB y S-19-RB presentan características sobresalientes de número de vainas por - - planta y granos por vainas simultáneamente en los ocho - experimentos.
7. Los genotipos Lef-25-RB y Pinto-114 fueron los mas precoces en todos los experimentos y presentaron rendimientos aceptables, por lo cual se recomiendan para sembrarse en zonas temporaleras para evitar el riesgo de sequía, heldas, plagas y enfermedades.
8. Por efecto de la clorosis en Río Bravo se redujo un 106 por ciento el rendimiento por hectárea, 173 por ciento el rendimiento por planta, 55 por ciento el número de - vainas por planta, 20 por ciento el número de semillas por vaina, nueve por ciento el peso de 100 semillas y 37 por ciento la altura de planta en relación a El Tapón.
9. Por efecto de la sequía en El Tapón se redujo un 69 por ciento el rendimiento por hectárea, 45 por ciento el rendimiento por planta, 19 por ciento el número de vainas - por planta, 25 por ciento el número de semillas por vaina, 10 por ciento el peso de 100 semillas y 11 por ciento la altura de planta.
10. Se encontró una correlación positiva y significativa entre el rendimiento por hectárea con rendimiento por planta, vainas por planta y semillas por vaina, por lo cual - estas características pueden usarse como índice de selección para identificar genotipos con alto rendimiento de frijol.



11. El rendimiento por planta se correlacionó positiva y significativamente con días a 50 por ciento de floración - solo bajo condiciones de riego.
12. La clorosis presentó correlaciones negativas y significativas con rendimiento por hectárea, rendimiento por planta, vainas por planta, semillas por vaina, altura de planta, mientras que con peso de 100 semillas tiende a ser positiva.
13. El estudio de los parámetros genéticos demostró la importancia de la constitución genética en la herencia de las características rendimiento por hectárea, rendimiento por planta, vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, altura de planta, días a 50 por ciento de floración y clorosis.
14. Las características peso de 100 semillas, días a 50 por ciento de floración y clorosis presentaron el más alto porcentaje de heredabilidad en sentido amplio, lo cual puede ayudar a realizar una selección mas efectiva así como a predecir el avance genético por generación.
15. Se presentó una tendencia a reducir los valores de heredabilidad en los experimentos bajo temporal en relación a los de riego.

## RESUMEN

En esta investigación fueron evaluados 20 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) con amplia variabilidad genética bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en dos localidades (Río Bravo y El Tapón), dos ambientes en cada localidad (riego y temporal) y dos años (1983 y 1984). Los objetivos fueron: Clasificar genotipos de acuerdo a su grado de resistencia a clorosis, identificar genotipos con alto potencial de rendimiento simultáneamente para condiciones favorables y desfavorables, calcular parámetros genéticos y correlaciones entre diferentes variables.

Los análisis de varianza simples para cada experimento y combinados de dos y cuatro experimentos, tanto bajo condiciones de riego como de temporal revelaron diferencias altamente significativas para rendimiento por hectárea, rendimiento por planta, vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, altura, días a floración y clorosis (para esta última solo en Río Bravo) entre genotipos. Los valores de los coeficientes de variación fueron generalmente bajos, por lo cual los resultados del estudio son aceptables.

Los genotipos S-17-RB, Adjuntas-21, Ciateño, S-18-RB y S-19-RB registraron alto rendimiento de grano por hectárea y altos valores de componentes de rendimiento, bajo condiciones de riego y temporal simultáneamente, por lo cual es conve

niente observar su comportamiento e incrementar la semilla - en lotes semicomerciales antes de tramitar su liberación como variedades comerciales.

Bajo las condiciones de temporal el rendimiento medio por hectárea de los genotipos se redujo un 69 por ciento en relación al obtenido bajo riego. Este cálculo fue realizado en base a los resultados obtenidos solo en El Tapón, ya que en Río Bravo el efecto de las condiciones de temporal estuvo enmascarado por la clorosis.

El grado de resistencia a clorosis en los genotipos - fue clasificado en cinco grupos los cuales fueron: altamente resistente, resistente, moderadamente resistente, susceptible y altamente susceptible. En la localidad Río Bravo se manifestaron los síntomas de clorosis en los dos años y tanto bajo riego como en temporal permitiendo la clasificación de los genotipos por su grado de resistencia, lo cual no fue posible en El Tapón ya que no se presentaron los síntomas de deficiencia de hierro.

Considerando simultáneamente los ambientes de riego y temporal los genotipos Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB, S-17-RB y Fe-22-RB fueron clasificados altamente resistentes, - - otros ocho genotipos como resistentes, cinco genotipos como moderadamente resistentes y dos como susceptibles. Los genotipos altamente resistentes y resistentes presentaron menor variación en rendimiento debido a la clorosis en relación a los materiales restantes, por lo cual pueden utilizarse directamente para sembrar en áreas susceptibles a deficiencia

de fierro; como progenitores en un programa de hibridación - dirigido a combinar resistencia a clorosis con alto rendimiento y como población básica en un programa de selección recurrente para incrementar genes resistentes a clorosis.

Los genotipos presentaron variación en su grado de - resistencia a clorosis entre años y localidades debido a la interacción genotipo-ambiente. La clorosis provocó una reducción de 106 por ciento en rendimiento por hectárea, 173 por - ciento en rendimiento por planta, 55 por ciento en vainas por planta, 20 por ciento en semillas por vaina, nueve por ciento en el peso de 100 semillas y 37 por ciento en altura, al comparar los resultados de los experimentos de Río Bravo contra los de El Tapón, tanto bajo riego como en temporal.

El cálculo de los parámetros genéticos permitió estimar heredabilidades superiores a 90 por ciento para las características: peso de 100 semillas, días a 50 por ciento de floración y clorosis; el rendimiento también presentó heredabilidades relativamente altas en los ocho experimentos debido a - que los genotipos han sido previamente seleccionados para alto rendimiento.

Las correlaciones más importantes presentan una clara tendencia a ser positivas y significativas entre el rendimiento por hectárea con rendimiento por planta, vainas por planta y semillas por vaina, mientras que son negativas con peso de - 100 semillas y clorosis. Por otro lado, las correlaciones de la clorosis con todas las características estudiadas tienden a ser negativas y significativas excepto con peso de 100 semillas cuya correlación resultó negativa.

## LITERATURA CITADA

- Adams, M.W. 1967. Basis of yield component compensation in - crop plants with special reference to the field bean (*Phaseolus vulgaris*) Crop Sci. 7:505-510. United States of America.
- Aggarwall, V.D. and T.P. Singh 1973. Genetic variability - and interrelation in agronomic traits in kidney-bean (*Phaseolus vulgaris*, L.). Indian J. Agr. Sci. 43(9) 845-848. India.
- AL-Jibouri, H.A., P.A. Miller and H.F., Robinson. 1958. Genotypic and enviromental variances and covariances in an upland cotton cross of interspecific origin. - - Agron. J. 50:633-636. United States of America.
- Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype-enviromental interactions in applied plant breeding. Crop Sci. 4:503-507. United States of America.
- Ambler, J.E., J.C. Brown and H.G. Gauch. 1970. Effect of zinc on translocation of iron in soybean plants. Plant Physiol. 46:320-323. United States of America.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1971. Sites of iron reduction in soybean plants. Crop Sci. 63:95-97. - United States of America.
- Bowen, J.E. 1981. Hierro, elemento vital para plantas y animales. Agr. de las Américas. 30(2):14-28.
- Brown, J.C. 1981. Iron chlorosis in plants. Adv. in Agron. 13:329-369.
- \_\_\_\_\_ and L.O. Tiffin. 1960. Iron chlorosis in soybeans as related to the genotype of rootstock: 2. A relationship between susceptibility to chlorosis and capacity to absorb iron from iron quelate. Soil Sci. 89:8-15 United States of America.
- \_\_\_\_\_ and W.E. Jones. 1976. A technique to determine iron efficiency in plants. Soil Sci. Soc. Amer. J. 40:398-404. United States of America.
- \_\_\_\_\_, C.R. Weber and B.E. Caldwell. 1967. Efficient and inefficient use of iron by two soybean genotypes and their isolines. Agron. J. 59:459-462. United States of America.

- \_\_\_\_\_, R.S. Holmes and L.O. Tiffin 1961. Iron chlorosis in soybeans as related to the genotype of roots—talk: 3. Chlorosis susceptibility and reductive capacity at the root. Soil Sci. 91:127-132. United States of America.
- Cianzio, S.R. and W.R. Fehr 1980. Genetic control of iron deficiency chlorosis in soybeans. Iowa State J. Rese. 54:367-375. United States of America.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ 1982. Variation in the inheritance of resistance to iron deficiency chlorosis in soybeans. Crop Sci. 22:433-434. United States of America.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and I.C. Anderson 1979. Genotypic evaluation for iron deficiency chlorosis in soybeans by visual scores and chlorophyll concentration. Crop Sci. 19:644-646. United States of America.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1973. - Potential of field beans and other legumes in Latin America. Series seminars N° 2E. Cali, Colombia.
- \_\_\_\_\_ 1980. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio. Serie 0451309.01. 2 Ed. Cali, Colombia, 50 p.
- Cochran, W.G. y G.M. Cox 1965. Diseños experimentales. Ed. Trillas. México 661 p.
- Davis, J.H.C. and A.M. Evans 1977. Selection using plant type characters in navy beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) J. Agr. Sci. 89:341-348. Great Britain.
- Denis, J.C. and M.W., Adams 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18:74-78. United States of America.
- Dickson, M.H. 1967. Diallel analysis of seven economic characters in snap beans. Crop Sci. 7:121-124. United States of America.
- Duarte, R.A. and M.W. Adams 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) Crop Sci. 12:579-582 United States of America.
- Egmond, F.V. and M. Atakas 1977. Iron-nutrition aspects of the ionic balance of plants. Plant and soil 48:685-673. United States of America.

- Espinosa, G.S. 1984. Evaluación de la variabilidad genética y correlaciones con respecto de área foliar en diferentes etapas de crecimiento y condiciones de siembra con componentes de rendimiento en frijol comun. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 80 p.
- Falconer, D.S. 1970. Introducción a la genética cuantitativa. 1 ed. en español. CECSA. México.
- Froehlich, D.M. and W.R. Fehr 1981. Agronomic performance of soybeans with differing levels of iron deficiency chlorosis in calcareous soils. Crop Sci. 21:438-441 United States of America.
- Galván, C. F. 1983. Estudio de la eficiencia de diferentes medios de cultivos para estimar la capacidad de respuesta a la tensión férrica del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Doctorado en Ciencias UAAAN.
- Gharderi, A., M.W. Adams and A.M. Nassib. 1984. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean and faba bean Crop Sci. 24:37-42. United States of America.
- Gray, C., W.B. Anderson and C.D. Welch 1974. Iron and Zinc deficiencies in field crops. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A and M. University System. L-435. United States of America.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 1981. Informe anual de investigación del programa de frijol y soya. Río Bravo, Tamaulipas, México.
- \_\_\_\_\_, 1982. Informe anual de investigación del programa de frijol y soya. Río Bravo, Tamaulipas, México.
- \_\_\_\_\_, 1979. El Cultivo del frijol en el norte de Tamaulipas. Desplegable CIAGON 79/Nº 1. Río - Bravo, Tamaulipas, México.
- Kambal, A.A. 1969. Components of yield in field beans - - (*Vicia faba*, L.). J. Agr. Sci. 72:359-363. Great - Britain.
- Krarrup, A. and D.W. Davis 1970. Inheritance of seed yield and its components in a six-parent diallel cross in peas. J. Amer. Soc. Hort. 95:795-797. United States of America.
- Leal-Díaz, J. 1964. The uptake of ferrous and ferric iron by *Phaseolus vulgaris*, L., var. Red Kidney. Ph.D. Thesis. University of California. Davis.

- Liang, G.H., C.R. Reddy and A.D. Dayton 1972. Heterosis, inbreeding depression and heritability estimates in a systematic series of grain sorghum genotypes. *Crop Sci.* 12:409-411. United States of America.
- Lonnquist, J.H. and C.O. Gardner 1961. Heterosis in interval crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop Sci.* 1:179-183. United States of America.
- Lucas, R.O. y B.D. Knezek 1983. Condiciones climáticas y de suelos que promueven la deficiencia de micronutrientes en plantas. En: Mortved, J.J., P.M. Giordano y W.L. Lindsay (Comp.) *Micronutrientes en Agricultura.* A.G.T. Editor, S. A. México p. 291-315.
- Miranda, C.S. 1966. Mejoramiento del frijol en México. Folleto misceláneo N° 13.
- Mosqueda, A., J.E. 1984. Efecto de la densidad de planta sobre los componentes de rendimiento y sus correlaciones con rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 67 p.
- Muñoz M., E. 1965. Estudio de correlación entre once caracteres de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados UACH.
- Niebur, W.S. and W.R. Fehr 1981. Agronomic evaluation of soybean genotypes resistant to iron deficiency chlorosis. *Crop Sci.* 21:551-554. United States of America.
- Picasso M., G. 1973. Estudio de correlación e índices de eficiencia en frijol común. Tesis de Licenciatura. UACH.
- Prohaska, K.R. and W.R. Fehr 1981. Recurrent selection for resistance to iron chlorosis in soybeans. *Crop Sci.* 21:524-516. United States of America.
- Rocha R., G. 1984. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la asociación de caracteres en frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Maestro en Ciencias. UAAAN.
- Salinas G., G.E. 1982. Comportamiento de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en unicultivo y en asociación con maíz (*Zea mays*, L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. ENA, Chapingo, México.



- Sánchez V., I. 1981. Uso de parámetros de estabilidad como criterio de selección de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) para regiones de baja precipitación. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 61 p.
- Sanders, J.H. y P.C. Alvarez 1978. Evolución de la producción de frijol en América Latina durante la última década. Serie 065B-1. CIAT, Cali, Colombia. 25 p.
- Sarafi A. 1978. A. Yield-component selection experiment involving American and Iranian cultivars of the common bean. *Crop Sci.* 18:5-7. United States of America.
- Sathyanarayanaiah, K. 1980. Genetic studies on dry land - - wheat. Post doctoral research. investigation. *Agr. Res. Stat.*, Swifr current, Canada.
- \_\_\_\_\_ y Morales, L.A. 1985. Características de planta, parámetros genéticos y correlaciones en frijol tepari. *Agraria Revista Científica* 1(2): (en impresión).
- Smartt, J., 1976. Tropical pulses. Longham Group limited, London. p. 261-292.
- Tiffin, L.O. 1983. Translocación de micronutrientes en plantas. En: MortvedT, J.J., P.M. Giordano y W.L. Lindsay (Comp.). *Micronutrientes en Agricultura.* A.G.T. Editor S.A. México. p. 217-252.
- Watkin, W., 1965. Principios de genética y mejora de las - - plantas. Edit. Acribia. Zaragoza, España. p. 312-385.
- Weber, C.R. and B.R. Moorthy 1952. Heritable and non heritable relationships and variability of oil content and agronomic characters in the F<sub>2</sub> generation of soybean cross. *Agron. J.* 44:202-209. United States of - America.
- Weiss, M.G. 1943. Inheritance and physiology of efficiency in iron utilization in soybeans. *Genetics.* 28:253-268. United States of America.
- Yassin, T.E. 1973. Genotypic and phenotypic variances and correlations in field beans (*Vicia faba*, L.). *J. Agr. Sci.* 81:445-448. Great Britain.
- Zelada S., F.A. 1984. El frijol común. Monografía. UAAAN Saltillo, Coahuila, México.

A P E N D I C E

## APENDICE A

Descripción de los hábitos de crecimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.).

- Tipo I            Hábito de crecimiento determinado; terminales reproductivos sobre el tallo principal; no hay producción de nudos sobre el tallo principal después de la floración.
- Tipo II            Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con producción de nudos sobre el tallo principal después del inicio de la floración; ramas erectas, las cuales salen de los nudos inferiores del tallo principal; planta erecta con una cobertura foliar relativamente compacta; el desarrollo de la guía es variable dependiendo de las condiciones ambientales y del genotipo.
- Tipo III            Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con producción de nudos sobre el mismo después de la floración; tipo bastante ramificado con un número variable de ramas postradas; el tallo principal y las ramas laterales pueden tener aptitud trepadora en su parte terminal, especialmente si cuentan con algún tipo de soporte.

Tipo IV      Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con alta producción de nudos después de que se inicia la floración; ramas no muy bien desarrolladas en comparación con el desarrollo del tallo principal; este tipo presenta una fuerte capacidad para trepar y la madurez de las vainas no es uniforme a lo largo de la planta.

Nota: El hábito de crecimiento no es necesariamente una característica estable; pueden ocurrir cambios en el hábito de crecimiento de una localidad a otra. La clasificación del hábito de crecimiento para un genotipo en particular es solo útil en un ambiente definido, particularmente en lo que respecta a su capacidad de trepar.

Fuente: Informe del CIAT, 1978