

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**EVALUACION DE DOCE VARIETADES DE FRIJOL BAJO
CONDICIONES DE RIEGO Y TEMPORAL EN EL
NORTE DE GUANAJUATO**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A:

NICOLAS BARAJAS TOSCANO

Las Agujas, Mpio. de Zapopan Jal. 1992



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD

EXPEDIENTE _____

NUMERO 757/92

22 de Septiembre de 1992

C. PROFESORES:

DR. BENITO CAZARES ENRIQUEZ, DIRECTOR
M.C. RICARDO NUÑO ROMERO, ASESOR
ING. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" EVALUACION DE DOCE VARIETADES DE FRIJOL BAJO CONDICIONES
DE RIEGO Y TEMPORAL EN EL NORTE DE GUANAJUATO."

presentado por el (los) PASANTE (ES) NICOLAS BARAJAS TOSCANO

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
"AÑO DEL BICENTENARIO"
EL SECRETARIO

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

ryr

mam



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección **ESCOLARIDAD**....

Expediente

Número **0757/92**....

22 de Septiembre de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

NICOLAS BARAJAS TOSCANO

titulada:

" EVALUACION DE DOCE VARIETADES DE FRIJOL BAJO CONDICIONES DE
RIEGO Y TEMPORAL EN EL NORTE DE GUANAJUATO."

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

DR. BENITO CAZARES ENRIQUEZ

ASESOR

ASESOR

M.C. RICARDO NUÑO ROMERO

ING. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ

srd'

ryr

Al contestar este oficio citarse fecha y número

DEDICATORIA

Con profundo agradecimiento dedico el presente trabajo a las personas que contribuyeron moral y económicamente en mi formación profesional y a quienes me motivaron para alcanzar la meta a la que he llegado.

A mi esposa Estela, con amor.

A mis hijas, Yesenia Marisol y Blanca Estela.

A la memoria de mi abuelita, Felicitas Cazares +

A mis padres, José Barajas e Isabel Toscano.

A mis hermanos, Leonardo, Ma. Felix, José, Ma.

Guadalupe, Pablo, Teresa, Juan Ramón,

Ma. Asunción.

A mis amigos y compañeros.

A G R A D E C I M I E N T O

Agradezco a la S.A.R.H. (Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos), así como al Ing. Pablo A. Velarde Magaña, jefe del Distrito de Desarrollo Rural # 06 de la Barca Jal, por las facilidades prestadas para realizar el presente trabajo de tesis.

Al Dr. Benito Cazares Enriquez, Director de mi tesis por sus sugerencias y desinteresada ayuda en la realización de éste trabajo. Al M.C. Ricardo Nuño Romero, Ing. Nicolas Solano Vazquez como Asesores, por sus observaciones e indicaciones en la misma.

Expreso también mi agradecimiento al M.C. Samuel Zepeda Arzate por la motivación desinteresada en mi superación.

A todas las personas que de diferentes formas colaboraron en la realización de éste trabajo.

CONTENIDO

ii

	pag.
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Descripción botánica y morfológica del frijol	3
2.2. Adaptación	7
2.3. Producción de frijol en condiciones de temporal ...	8
2.4. Efecto de la sequía en las etapas fenológicas	9
2.5. Efecto de la sequía sobre el rendimiento	11
2.6. Efecto de la sequía sobre los componentes de rendimiento	13
2.7. Respuesta de las variedades o genotipos a la sequía	14
2.8. Resistencia a sequía	15
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1. Antecedentes	17
3.2. Trabajo de investigación	17
3.2.1. Epoca de siembra	19
3.2.2. Método de siembra	19
3.2.3. Labores culturales	19
3.2.4. Condiciones ambientales	21
3.3. Localización del CENGUA en el Norte de Guanajuato	22
3.4. Clima de la región	24
3.5. Suelo	25

	iii pag
3.6. Material genético	25
3.7. Variables observadas	26
3.8. Análisis estadísticos	27
IV. RESULTADOS	28
4.1. Análisis de varianza	28
4.1.1. Separación de medias	29
4.1.1.1. Ambientes	29
4.1.1.2. Variedades	29
4.1.1.3. Interacción	30
4.2. Análisis de correlación de Pearson	30
V. DISCUSION	33
5.1. Análisis de varianza	33
5.1.1. Ambientes	33
5.1.2. Variedades	34
5.1.3. Interacción	36
5.2. Análisis de correlación	37
5.3. Rendimiento	39
5.4. Paja	40
VI. CONCLUSIONES	41
VII. BIBLIOGRAFIA	42
VIII. APENDICE	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro		pag
1	Precipitación (mm) acumulada por decenas durante el ciclo vegetativo del frijol en el CENGUA, 1989.	21
2	Variables climáticas observadas en el CENGUA de Junio a Septiembre de 1989	22
3	Variables climáticas de la región del Norte de Guanajuato (promedio anual de diferentes periodos mayores que 15 años)	24
4	Varietades de frijol observadas y algunas de sus características agronómicas. CENGUA, 1989	26
5	Cuadrados medios, significancia y coeficientes de variación (CV) de los análisis de varianza de las variables observadas en 12 variedades de frijol bajo condiciones de riego y temporal. CENGUA, 1989.	29
6	Promedios y significancia de las variedades de frijol en las variables significativas bajo riego y temporal CENGUA, 1989.	30
7	Valores de la interacción A x V en la variable peso de 100 semillas de 12 variedades de frijol bajo condiciones de riego y temporal. CENGUA, 1989	31
8	Coefficientes de correlación significativos entre 7 variables estudiadas en 12 variedades de frijol bajo condiciones de riego y temporal. CENGUA, 1989.	32

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

A1	Rendimiento promedio de grano y paja en Kg/ha de 12 variedades de frijol. CENGUA, 1989.	46
A2	Rendimiento promedio en Kg/ha e índice de reducción (IR) de grano de 12 variedades de frijol bajo condiciones de riego y temporal. CENGUA, 1989	46
A3	Producción promedio en Kg/ha e índice de reducción (IR) de paja de 12 variedades de frijol bajo condiciones de riego y temporal. CENGUA, 1989.	47

INDICE DE FIGURAS

Figura		pag
1	Croquis y diseño de distribución. CENGUA, 1989.	18
2	Distribución de la precipitación (125.8 mm) durante el ciclo de cultivo de frijol. CENGUA, 1989.	20
3	Campo Agrícola Experimental del Norte de Guanajuato.	23

RESUMEN

En el Norte del estado de Guanajuato se estableció un trabajo con 12 variedades de frijol en condiciones de riego y temporal, a fin de evaluar su comportamiento bajo dichas condiciones.

El trabajo se estableció en un diseño experimental de parcelas divididas con arreglo de bloques al azar. Se estudiaron las variables días a la floración, días a la madurez, vainas por planta, semillas por vaina, peso de paja, peso de 100 semillas y rendimiento; dichas variables se analizaron por el método de la varianza y por correlación simple.

Se encontró que la poca disponibilidad de humedad reduce fuertemente el número de vainas por planta, la producción de paja y el rendimiento de grano; aunque en las dos últimas variables no hubo diferencias significativas entre variedades; sin embargo, se observó que tanto en riego como en temporal el rendimiento correlaciona positivamente con la producción de paja; y en el caso específico de temporal el rendimiento también correlaciona directamente con el número de vainas por planta y con el número de semillas por vaina.

También respecto al rendimiento en condiciones de temporal, 9 variedades superaron a los testigos y en el caso específico de las variedades CHIS-3A y COL-9 tuvieron rendimientos de 800 Kg/ha; por lo tanto se sugiere que éstas variedades pueden ser una alternativa para las siembras de frijol en áreas con poca precipitación.

I. INTRODUCCION

El frijol en México ocupa el segundo lugar en superficie sembrada, y junto con el maíz son el principal alimento de la población, y en el caso específico del frijol es la fuente principal de proteínas en los sectores con menores recursos.

Turrent (1986) menciona que la superficie cosechada con ésta leguminosa entre los años 60 y los 70 fue cerca a 1.5 millones de hectáreas con un rendimiento promedio de 0.47 ton/ha; Pachico (1989) indica que para los años 1982-1984 la superficie cosechada se incrementó a 1.95 millones de hectáreas con un rendimiento promedio de 0.623 ton/ha.

La mayor parte de la siembra con frijol en México es bajo condiciones de temporal; pero por la cantidad de lluvia durante el ciclo del cultivo, se puede decir que el frijol no satisface sus requerimientos de humedad para una producción satisfactoria, por ejemplo Lépez (1988) indica que la mayor superficie de frijol que se siembra en México se establece en los estados de Zacatecas, Durango, Chihuahua y Aguascalientes donde se localizan alrededor de 1.2 millones de hectáreas (60% de la superficie) con rendimientos promedio de 450 Kg/ha; estos rendimientos son bajos debido principalmente a la poca precipitación y su mala distribución durante el ciclo del cultivo en esta región.

Halterlein (1983) menciona que los requerimientos de agua durante el ciclo del frijol son del orden de 300 a 380 mm de precipitación, de los cuales alrededor de 220 mm se requieren durante la floración. Lo anterior indica que el cultivo del frijol tiene poca tolerancia a déficit hídricos extremos; sin embargo cerca del 60% de la superficie nacional se siembra en áreas donde la falta de humedad se presenta en etapas críticas del cultivo.

Lo mencionado en el párrafo anterior, indica que sin considerar los requerimientos ambientales del cultivo, las siembras se localizan principalmente por necesidad en las zonas marginadas agronómicamente, ya que las zonas de mejor precipitación se dedican a cultivos que se consideran más rentables o con menor problemática durante su ciclo; por lo anterior se establece la necesidad de obtener variedades de frijol que se adapten y rindan bien bajo condiciones con poca disponibilidad de humedad, ya que a decir verdad, éstas zonas no serán áreas para agricultura empresarial por lo que se seguirá sembrando frijol mientras no exista otra alternativa.

Por los antecedentes se estableció el presente trabajo con objeto de evaluar el potencial de rendimiento de un grupo de variedades de frijol bajo condiciones limitantes de humedad en comparación con las condiciones de riego, considerando que estas variedades tengan aceptación comercial.

II REVISION DE LITERATURA

2.1. DESCRIPCION BOTANICA Y MORFOLOGICA DEL FRIJOL

El cultivo de frijol en México es uno de los más importantes por la superficie ocupada, por su consumo y por el contenido nutricional en la dieta alimenticia del pueblo mexicano. La descripción botánica del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la siguiente (Debouck e Hidalgo, 1985): desde el punto de vista taxonómico el frijol pertenece al

ORDEN	Rosales
FAMILIA	Leguminosae
SUBFAMILIA	Papilionoideae
TRIBU	Phaseolae
SUBTRIBU	Phaseolinae
GENERO	Phaseolus
ESPECIE	vulgaris

Respecto a su morfología, también Debouck e Hidalgo (1985) hacen una amplia descripción la cual se indica a continuación:

RAIZ. El sistema radical en la primera etapa de desarrollo está formado por la radícula del embrión, la cual posteriormente forma la raíz principal o primaria; las raíces secundarias se desarrollan principalmente en la parte alta de la raíz principal, después aparecen las raíces terciarias y otras subdivisiones; el sistema

radical es fasciculado, fibroso en algunos casos y en menor porcentaje de tipo pibotante.

TALLO. Es el eje central de la planta, originado a partir del meristema apical del embrión de la semilla, formado por una sucesión de nudos y entrenudos, siendo el punto de inserción de las hojas (o de los cotiledones). El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis.

RAMAS Y COMPLEJOS AXILARES. Las ramas se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en la axila de una hoja o en la inserción de los cotiledones. Este es el denominado complejo axilar que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo; los dos componentes de la ramificación son el número de ramas y el número de nudos en cada rama.

HOJAS. Las hojas de frijol son de dos tipos: simples y compuestas. Las hojas simples o primarias aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis, son opuestas, cordiformes, unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas. Las hojas compuestas son trifoliadas (trifolioladas); es decir, las hojas típicas de frijol tienen tres folíolos, un peciolo y un raquis, tanto el peciolo y el raquis son acanalados; el folíolo central o terminal es simétrico y acuminado; los folíolos laterales son asimétricos y también acuminados. Los folíolos son enteros, la

forma tiende a ser de ovalada a triangular principalmente cordiformes pero sin aurículas, son glabros y subglabros.

INFLORESCENCIA. Desde el punto de vista botánico se consideran como racimo de racimos; es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (triada floral), que se encuentra en las axilas formadas por las bracteas primarias y el raquis. La inflorescencia tiene tres partes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las bracteas primarias y los botones florales.

FLOR. La flor puede ser de color blanco, rosado o púrpura, tiene simetría bilateral con las siguientes características:

Un pedicelo glabro, o subglabro con pelos uncinulados y en su base una pequeña bractea no persistente.

El cáliz es gamosépalo, campanulado, con cinco dientes triangulares dispuestos como labios en dos grupos, en la siguiente forma: dos en la parte alta completamente soldados y tres más visibles en la parte baja.

La corola es pentámera y papilionacea, con dos pétalos soldados por su base y tres no soldados los cuales se describen a continuación:

a) Estandarte, es el pétalo que se observa más sobresaliente y es uno de los no soldados, es glabro, simétrico, con un apéndice ancho y difuso en la cara interna.

b) Alas, son dos pétalos opuestos no soldados, se encuentran inmediatamente hacia la parte interna de la corola y protegidos por el estandarte.

c) Quilla, presenta forma de espiral muy cerrada, es asimétrica y está formada por dos pétalos completamente unidos; la quilla envuelve completamente el androceo y el gineceo.

El androceo está formado por nueve estambres soldados por su base en un tubo y por un estambre libre llamado vexilar que se encuentra al frente del estandarte.

El gineceo es súpero e incluye el ovario comprimido, el estilo encorvado y el estigma interno lateral terminal. Debajo del estigma se puede observar una agrupación de pelos en forma de brocha.

FRUTO. El fruto es una vaina con dos valvas las cuales provienen del ovario comprimido. La vaina tiene dos suturas, una dorsal llamada placentar y la otra es la sutura ventral. Los óvulos que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar. Las vainas son generalmente glabras o subglabras con pelos muy pequeños; pueden ser de diversos colores.

SEMILLA. La semilla tiene una amplia variación de color (blanco, rojo, crema, negro, café, etc.); es exalbuminosa, es decir, que no posee albumen, por lo tanto las reservas nutritivas se encuentran en los cotiledones; puede tener varias formas: cilíndrica, de riñón, esférica u otras. Las partes externas de la semilla son:

- a) Testa o cubierta, corresponde a la capa secundaria del óvulo.
- b) Hilum o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta.
- c) Micrópilo, es una abertura en la cubierta de la semilla cerca del hilum.
- d) Rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo.

Internamente la semilla está constituida sólomente por el embrión el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocotilo, los dos cotiledones y la radícula.

2.2. ADAPTACION

El cultivo de frijol se encuentra distribuido en casi todo el mundo desde los 9 hasta los 1800 m SNM, y en México se cultiva en todo el territorio nacional, en una amplia variación de climas y ambientes.

White (1985) menciona que la planta de frijol crece bien a temperaturas promedio de 15 a 27°C, pero es importante reconocer que hay un rango de tolerancia entre variedades diferentes. En términos generales, bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que altas temperaturas causan una aceleración. Las temperaturas extremas pueden producir problemas adicionales (falta de floración o esterilidad). Una planta es capaz de soportar temperaturas extremas (5 a 40°C) por períodos cortos, pero si es

mantenida a tales extremos por un tiempo prolongado ocasiona daños irreversibles.

White tambien comenta que la luz juega un papel muy importante en la regulaci3n del desarrollo de la planta, principalmente por medio de efectos de fotoperiodo; indica, que siendo el frijol una especie de dias cortos, dias largos tienden a causar demora en la floraci3n y madurez. Hay mucha variabilidad genética para sensibilidad a fotoperiodo, pero en términos generales se puede decir que cada hora más de luz en el dia puede retardar la maduraci3n de 2 a 6 dias.

Respecto al agua White resalta la importancia que ésta tiene para el crecimiento de cualquier planta, por lo que no sorprende que el crecimiento y rendimiento final de un cultivo de frijol dependan mucho de la disponibilidad de agua. Dentro de los papeles principales del agua se incluyen su uso como reactivo de fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Desgraciadamente se estima que más del 60% de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren de falta de agua, es decir, sequía.

2.3. PRODUCCION DE FRIJOL EN CONDICIONES DE TEMPORAL

Lépiz (1988) indica que en México se cultivan anualmente 2.0 millones de hectáreas con frijol y de ésta superficie cerca del 87%

se establece en condiciones de temporal. Por otra parte, menciona que la mayor superficie con éste cultivo, se localiza en la Región Norte-Centro del país donde el rendimiento promedio es de 300 a 450 Kg/ha; el principal factor que limita la producción en esta zona es la deficiencia de humedad en el suelo conocida como sequía, la cual se debe principalmente a la irregularidad y mala distribución de la precipitación.

2.4. EFECTO DE LA SEQUIA EN LAS ETAPAS FENOLOGICAS

El término sequía se define desde diferentes puntos de vista, se habla de sequía meteorológica, sequía del suelo y sequía de la planta. Académicamente sequía significa ambiente seco por un período largo; lo cual señala el hecho de que la sequía es un término meteorológico incluyendo un déficit de lluvias (Jones et al. 1981).

El comportamiento de los cultivos y su rendimiento son el resultado de la expresión del potencial genotípico de las plantas, regulada por continuas interacciones con factores ambientales (Hsiao et al. 1976); entre estos factores el agua es el que más limita o regula la producción de los cultivos (Hsiao et al. 1976 y Kohashi, 1979) ya que es un factor vital para el funcionamiento y sobrevivencia de las plantas. Si ocurre una deficiencia de humedad, el efecto que ésta produzca depende de la intensidad, duración y etapa fenológica en que se presente dicho déficit (Hsiao y Acevedo,

1974; Begg y Turner, 1976 y Parsons, 1979); así como de la especie, variedad y tipo de cultivo de que se trate (Doorenbos y Kassam, 1980 y Turner y Begg, 1981).

Si el déficit hídrico se presenta en la etapa vegetativa, se afecta más directamente el tamaño de la fuente fotosintética laminar como resultado en la reducción de la turgencia celular; en consecuencia se provoca el cierre estomatal y se detiene el alargamiento celular, con lo cual se reduce el área foliar disminuyendo así la acumulación de materia seca (Kramer, 1980 y Turner y Begg, 1981); el déficit hídrico también afecta el área foliar a través de la reducción en la iniciación de nuevas hojas, reduce la altura de las plantas, así como también el número de tallos por planta y con esto el número de espigas en el caso de cereales (Clarke y Durley, 1981 y Turner y Begg, 1981).

Si el déficit hídrico ocurre en la iniciación floral que es cuando se determina el número potencial de granos, este número se puede reducir por una alta proporción en la aborción de sacos embrionarios (Yañez, 1977). Pero si el déficit hídrico ocurre durante la polinización, el número real de granos puede ser abatido fuertemente, debido a que el polen puede perder su viabilidad por las condiciones ambientales que generalmente acompañan a la baja disponibilidad de agua (Hernández y Muñoz, 1987)

Por otra parte, cuando el déficit hídrico ocurre en la etapa

de llenado de grano o postfloración, se acelera la senescencia foliar y maduración de las plantas, reduciendo la duración de ésta etapa, que aunado con una tasa menor de acumulación de materia seca se reduce el peso de la semilla y el rendimiento de grano, ya que éste es producto del número de semillas y su peso individual (Robins y Domingo, 1956; Salter y Goode, 1967 y Kramer, 1983).

2.5. EFECTO DE LA SEQUIA SOBRE EL RENDIMIENTO

Mojarro (1977) indica que cuando las condiciones de humedad del suelo son menores que el óptimo para el crecimiento de la planta puede esperarse una reducción en el rendimiento del cultivo; también Dreibrodt (1952) citado por Salter y Goode (1967), estudiando el efecto de sequía del suelo en diferentes estados de crecimiento del frijol, observó que cuando las plantas sufren sequía en cualquiera de las etapas los rendimientos en grano son bajos; indica que el efecto en la etapa de floración es irreversible; si la sequía prevalece en la fase final de la formación de vainas se reduce el rendimiento; así mismo, la falta de humedad durante el período del llenado de vaina, especialmente en variedades tardías reduce el tamaño de la semilla.

Robins y Domingo (1956) comentan que las reducciones en frijol es alrededor del 20% cuando la deficiencia de humedad persiste por 15 días antes de la floración, afectando la fase reproductiva de la siguiente manera: reducción del número de vainas, reducción en el

número de granos por vaina y reducción en el peso del grano. Por otra parte Doss et al (1974) citados por Mojarro (1977) observaron en Alabama que el rendimiento en el cultivo de soya se redujo por la lluvia insuficiente, así como por la distribución irregular de la precipitación a lo largo del ciclo del cultivo.

Mojarro (1977) menciona que las etapas más sensibles a la deficiencia del agua es la de floración y postfloración, ya que en éstas se reducen los rendimientos por efecto de abscisión de flores y vainas jóvenes. En la etapa de prefloración o llamada también vegetativa no se producen grandes efectos sobre el rendimiento pero sí sobre el crecimiento cuando falta el agua. También indica que el número de vainas y el número de granos son drásticamente afectados en las etapas de floración y llenado de vaina, mientras que el peso del grano se ve levemente afectado en la etapa del llenado de vaina; el peso seco total y el índice de área foliar se abaten cuando la disponibilidad del agua se reduce en las etapas de floración y la del llenado de grano. Igualmente Miller y Gardner (1972) detectaron en frijol ejotero, que la humedad disponible en el suelo es un factor determinante para incrementar el área foliar; observaron que si la humedad disponible en el suelo se agota el área foliar disminuye, contribuyendo a que la actividad de la fotosíntesis y la producción de materia seca disminuya.

2.6. EFECTO DE LA SEQUIA SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO

Kiregbaum (1955) citado por Salter y Goode (1967) al estudiar el efecto del riego sobre los componentes de rendimiento en frijol; encontró que cuando el riego se proporciona desde el periodo de germinación hasta antes de la floración no disminuye mucho el rendimiento; por otra parte cuando el riego es aplicado 10 días antes y 10 días después de terminada la floración, hay grandes incrementos en el rendimiento, también se incrementa el peso por semilla, el número de vainas y el número de granos por vaina.

Por su parte Doss et al (1974) citados por Mojarro (1977) con el fin de conocer la etapa más sensible a la sequía en el cultivo de soya, proporcionaron diferentes periodos de sequía en diferentes etapas del cultivo; observaron que cuando se proporcionan los riegos adecuados a través del periodo del cultivo se obtienen altos rendimientos; mientras que en los tratamientos en los cuales el agua fue el factor limitante se abatieron los rendimientos; de donde consideraron que la reducción del rendimiento depende sobre todo del tiempo y de la duración del periodo de sequía.

Adams (1967) indica que el rendimiento del frijol bajo sequía es considerado como el producto de sus componentes principales que son: vainas por planta, semillas por vaina y peso individual de la semilla, y que la reducción en el rendimiento bajo sequía con respecto al de plantas sin sequía es atribuido al efecto del

déficit hídrico sobre la expresión de cualquiera de esos componentes, dependiendo de la época en que se presente, de la intensidad y duración de dicho déficit. Por otra parte, Flores-Lui (1982) citado por Pedroza (1989) al estudiar el efecto de la intensidad y de la etapa de aplicación de sequía sobre el rendimiento de frijol, menciona que la duración y etapa de aplicación del déficit hídrico tiene mayores efectos que la intensidad del mismo sobre el rendimiento de grano.

2.7. RESPUESTA DE LAS VARIEDADES O GENOTIPOS A LA SEQUIA

Se ha encontrado que las especies y variedades de hábito de crecimiento determinado son más sensibles que las de hábito indeterminado a la falta de agua en la etapa reproductiva con respecto al rendimiento de grano (Begg y Turner, 1976 y Joaquín, 1981). Por otra parte, Turner (1979), Joaquín (1981) y Jordan (1983) indican que la menor sensibilidad a la sequía de los genotipos de crecimiento indeterminado es debido a que presentan mayor plasticidad reproductiva que proporciona a las plantas un medio rápido para ajustar la carga de órganos reproductivos en respuesta al suministro de agua. Por su parte Taylor (1980) menciona que debido a que los cultivos de hábito de crecimiento indeterminado continúan su crecimiento vegetativo y radical durante la etapa reproductiva, pueden amortiguar la deficiencia de agua al explorar cada vez un mayor volumen de suelo, con lo cual las plantas pueden mantener su funcionamiento normal.

El rendimiento del grano en las plantas cultivadas, representa el objetivo principal de la agricultura y es el resultado de la interacción entre el genotipo y el medio ambiente; por lo tanto, la investigación en un programa de resistencia a sequía de plantas cultivadas no debe perderse de vista el rendimiento (Kohashi, 1979 y Muñoz, 1986); por lo anterior, para lograr éxito en las investigaciones sobre mejoramiento genético para resistencia a sequía es indispensable determinar que mecanismos presentes en las plantas tienen mayor valor adaptativo para sequía y aprovecharlos como posibles criterios de selección (Kramer, 1980).

2.8. RESISTENCIA A SEQUIA

Algunos autores opinan que no hay resistencia a sequía, sino que más bien hay adaptación de las plantas a determinadas condiciones; sin embargo, el concepto de resistencia a sequía se maneja ampliamente, el cual se usa para indicar el rango de mecanismos que utilizan las plantas para resistir períodos de ambiente seco (May y Milthorpe, 1962 y Turner, 1979). Al considerar las especies cultivadas en condiciones de escasa humedad, no es suficiente la habilidad para crecer y sobrevivir, se requiere además que produzcan razonablemente; solo en éste sentido es válido el término de resistencia a sequía (Turner, 1979). Por lo anterior se indica que la resistencia a sequía de un cultivo está en función de la habilidad que tiene para evitar el daño por el déficit hídrico a través de las adaptaciones morfológicas y fisiológicas

que le permiten producir el máximo rendimiento bajo esas condiciones (May y Milthorpe, 1962 y Turner, 1979).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. ANTECEDENTES

En el ciclo de cultivo primavera-verano de 1988 se seleccionaron 10 colectas (variedades) de frijol de un grupo de 80 establecido en el Campo Experimental del Norte de Guanajuato (CENGUA), el trabajo se llevo a cabo bajo condiciones de temporal cuya precipitación durante el ciclo del cultivo fue de 140 mm.

En este trabajo se establecieron dos surcos (parcela) por variedad y cada 10 parcelas se sembró la variedad Negro Querétaro-78 (N QRO-78) como testigo; para la selección de las variedades se consideró que éstas tuvieran grano comercial y que superaran el promedio de rendimiento de cada primera y décima parcela del testigo.

3.2. TRABAJO DE INVESTIGACION

Con las 10 variedades de frijol seleccionadas en 1988 más los dos testigos N QRO-78 y Bayo Madero (B MADERO) se realizó el presente trabajo en el CENGUA bajo condiciones de riego y temporal, el experimento se estableció en un diseño de parcelas divididas con distribución de bloques al azar y cuatro repeticiones, donde el ambiente (riego y temporal) correspondió a la parcela grande y las variedades a la parcela chica. De las repeticiones se destinaron dos para la condición de riego y dos para la condición de temporal;

la parcela total fue de dos surcos a 76 cm de separación y 6.0 m de longitud y la densidad de población fue de 200 mil plantas por hectárea. Se cosechó como parcela útil los dos surcos, eliminando 0.5 m en cada extremo con lo cual quedaron 7.6 m² (Figura 1).

9	12	6	4	2	7	10	3	5	11	1	8	I R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
7	9	11	6	1	2	5	8	3	12	4	10	II R
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	
4	7	1	2	9	8	5	12	11	10	6	3	I T
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
3	1	4	7	10	5	2	6	9	8	11	12	II T
48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	

número superior corresponde al # de variedad
número inferior corresponde al # de parcela

Ambientes: R= riego, T= temporal

Parcela total= 2 surcos a 76 cm y 6.0 m de longitud

Parcela útil= 2 surcos de 5.0 m = 7.6 m²

V A R I E D A D E S

- | | | |
|-------------|-------------------|----------------------------|
| 1. VER-175 | 2. OAX-37 | 3. CHIS-3A |
| 4. COL-9 | 5. CHIS-12B | 6. NAY-216 |
| 7. OAX-122 | 8. PUE-286 | 9. 997-CH-73 (BAYO ALTEÑO) |
| 10. PUE-493 | 11. N. QRO-78 (T) | 12. BAYO MADERO (T) |

FIGURA 1. CROQUIS Y DISEÑO DE DISTRIBUCION. CENGUA, 1989.

3.2.1. EPOCA DE SIEMBRA

La siembra se efectuó el 17 de Junio de 1989 cuando por la presencia de lluvias se tuvo la humedad suficiente en el suelo, a fin de asegurar la germinación de la semilla principalmente para la siembra destinada a las condiciones de temporal.

3.2.2. METODO DE SIEMBRA

La siembra se realizó en forma manual y en tierra húmeda previamente surcada, la semilla se depositó en el fondo del surco y se cubrió con una capa de suelo aproximadamente de 5 cm, se procuró dejar una distancia entre semillas de 5 a 7 cm para tener una densidad de población aproximadamente de 200 mil plantas por hectárea.

3.2.3. LABORES CULTURALES

A los 10 días de la emergencia del frijol se eliminaron las malezas en forma manual (con azadón); posteriormente (a los 20 y 35 días después de la emergencia) se realizaron cultivos y escardas con maquinaria a fin de mantener libre de malezas el cultivo, levantar el surco y arropar humedad.

Se tuvo la presencia de diabroticas (*Diabrotica* spp) en la etapa vegetativa, por lo que se hicieron aplicaciones de Nuvacrón 60 E a una dosis de 3/4 de litro por hectárea para su control;

dichas aplicaciones se hicieron con bomba manual.

No se fertilizó el cultivo por considerar que la condición de temporal podría sufrir de mayor tensión hídrica por causa del fertilizante, lo cual podría ser un factor más en la diferenciación de respuesta al nivel de humedad entre un ambiente y otro.

Para la condición de riego se aplicaron 3 riegos de auxilio, éstos se dieron el 2 de Julio, el 31 de Julio y el 20 de Agosto respectivamente; dichos auxilios se efectuaron cuando disminuyeron los eventos de lluvia (Figura 2).

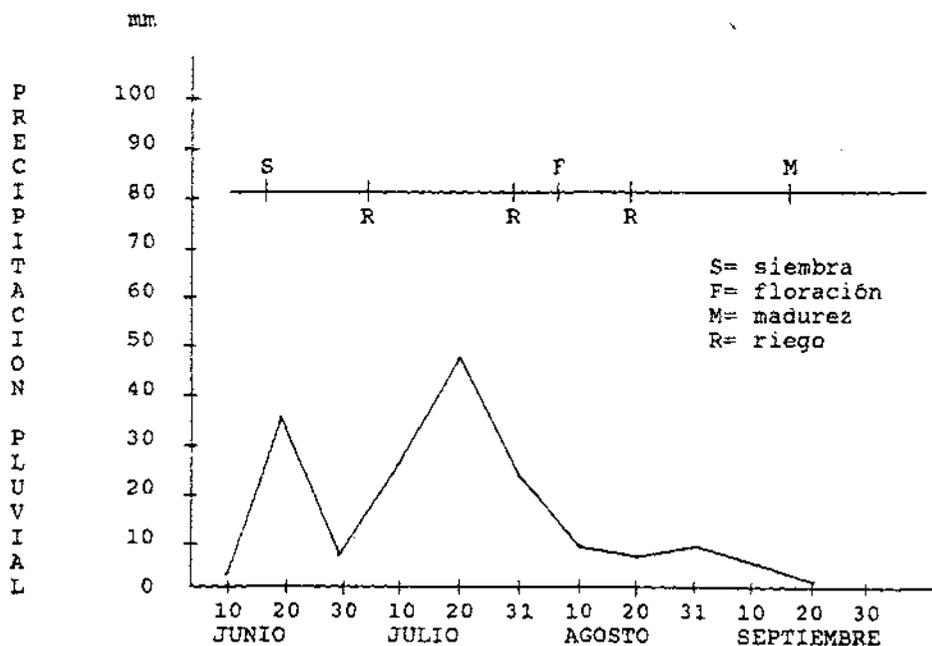


FIGURA 2. DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION (125.8 mm) DURANTE EL CICLO DE CULTIVO DEL FRIJOL. CENGUA, 1989.

3.2.4. CONDICIONES AMBIENTALES

Durante el ciclo del cultivo (17-VI a 17-IX) se registró una precipitación pluvial de 125.8 mm (Cuadro 1), lo cual representa el agua que recibió el tratamiento de temporal; mientras que el tratamiento de riego, además de la precipitación registrada recibió 3 riegos de auxilio.

CUADRO 1. PRECIPITACION (mm) ACUMULADA POR DECENAS DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL FRIJOL EN EL CENGUA, 1989.

MES	P E R 1-10	I O D 11-20	O S 21-30	MENSUAL
Junio		33.7S	6.1	6.1
Julio	24.0	45.9	21.9	91.8
Agosto	7.5	6.2	9.1	22.8
Septiembre	4.7	0.4M		5.1
			suma=	125.8

S= siembra (17-VI-89), M= madurez (17-IX-89)

Fuente: Estación Agrometeorológica CENGUA, 1989.

En el Cuadro 2, además de la precipitación (pp mm) se mencionan la temperatura promedio (T X °C), la humedad relativa (HR) y la evaporación (Evap mm) mensual que se registraron de Junio a Septiembre de 1989 en el CENGUA.

CUADRO 2. VARIABLES CLIMATICAS OBSERVADAS EN EL CENGUA DE JUNIO A SEPTIEMBRE DE 1989.

Mes	T X °C		HR		Evap mm	pp mm
	Max	Min	Max	Min		
Junio	27.2	13.7	83.9	33.8	185.4	41.1
Julio	25.8	14.7	98.0	45.2	207.2	91.8
Agosto	27.9	12.2	98.9	37.0	201.3	22.8
Sept	27.8	12.3	99.7	32.4	189.4	15.1
			sumas=		783.3	170.8

Fuente: Estación agrometeorológica CENGUA, 1989.

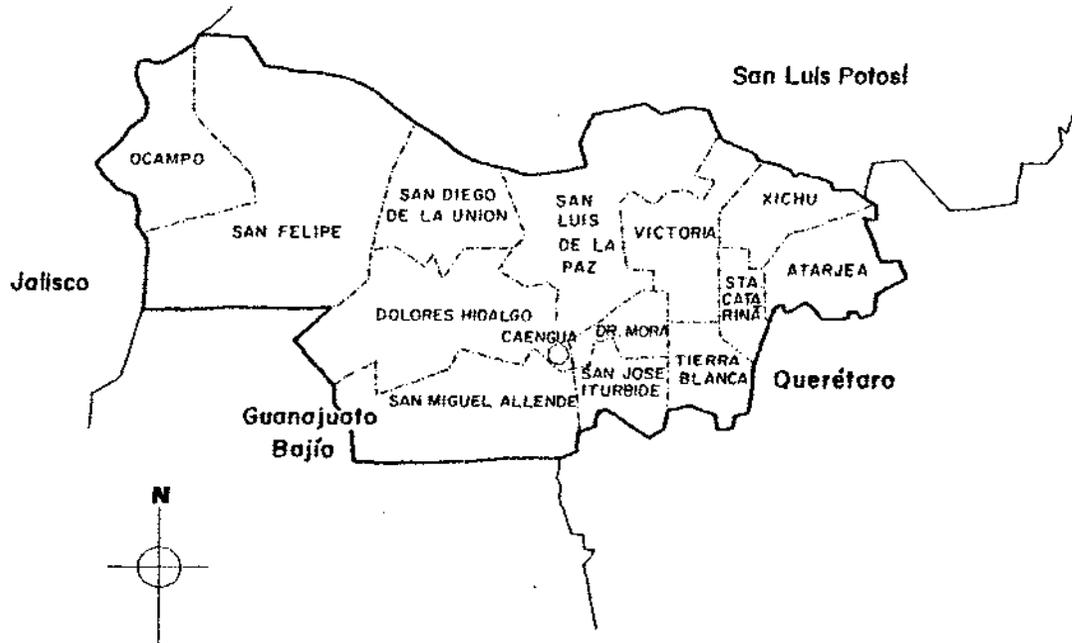
3.3. LOCALIZACION DEL CENGUA EN EL NORTE DE GUANAJUATO

Cartográficamente la Región Norte del estado de Guanajuato se encuentra entre los 20°52'30" y 21°51'00" Latitud Norte, y entre los 99°41'16" y 101°42'29" Longitud Oeste. La Región limita: al Norte con el estado de San Luis Potosí, al Sur con el Bajío, al Este con el estado de Querétaro y al Oeste con Jalisco (Figura 3).

Políticamente esta Región está formada por 13 municipios: San Luis de la Paz, Dr. Mora, Victoria, San José de Iturbide, Tierra Blanca, Santa Catarina, Xichú, Atargea, San Miguel de Allende, Dolores Hidalgo, San Diego de la Unión, San Felipe y Ocampo (CAENGUA, 1983).

En la Región Norte del estado de Guanajuato se localiza el Campo Experimental Norte de Guanajuato (CENGUA) a 21°06' de Latitud N, 100°32' de Longitud W y a 2000 m SNM.

figura 3. campo agrícola experimental del norte de guanajuato



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

3.4. CLIMA DE LA REGION

El clima predominante de esta región es seco estepario según la clasificación de Köppen adaptada por Enriqueta Garcia (1973), éste se simboliza como BS₁Kw y BS₀Kw; se caracteriza por tener temperatura media anual de 16 a 18°C, con una máxima de 34°C y una mínima de -5°C, con problemas fuertes por bajas temperaturas, presentandose de 13 a 55 días por año con heladas (incluyendo heladas tempranas y tardías) distribuidas desde Septiembre hasta Marzo (Cuadro 3).

El régimen de lluvias es en verano, con alto riesgo para la agricultura debido a que de 430 a 600 mm de precipitación (promedio anual de más de 15 años) existe la probabilidad al 70% de que solo caigan de 330 a 460 mm anuales con una distribución de lluvia apreciable de 50 a 60 días (Villalpando et al. 1986).

CUADRO 3. VARIABLES CLIMATICAS DE LA REGION DEL NORTE DE GUANAJUATO
(Promedio anual de diferentes periodos mayores que 15 años)

No Estación	Temp (°C) prom anual			pp mm	Evap mm	Heladas Días
	Max	Min	Me			
43 Lourdes	25.0	7.4	16.2	437.1	1812.4	49.7
53 Pozos	23.5	9.2	16.3	470.1	1517.5	56.2
15 Charcas	25.3	9.4	17.3	521.3	1635.7	22.9
66 Sn José I	24.8	10.3	17.6	560.1	1693.5	13.3
42 Rodríguez	25.4	8.4	16.9	602.0	1989.6	34.5

Fuente: Villalpando et al. 1986.

3.5. SUELO

La topografía de la región junto con el complejo litológico que la constituye , además de los climas y los tipos de vegetación que en ella se encuentran, determina la presencia de varios suelos diferentes, entre los que predominan los Feosems que son pardos, de textura media, fértiles, de 15 a 40 cm de profundidad y casi siempre con un solo horizonte y pueden presentarse en dos modalidades: Lúvicos (con una acumulación de arcilla en el subsuelo) o Háplicos (con una sola capa oscura y suave, sin arcilla) se les encuentra en todos los tipos de topoformas. Además se presentan otros suelos tales como los Litosoles caracterizados por tener menos de 10 cm de profundidad, presentes en todos los sistemas de topoformas excepto en las mesetas de erosión y en los valles. Se presentan en menor proporción los Luviosoles, Regosoles, Rendizanas, Planosoles, Vertisoles y en las llanuras de disección Castañozems y Xerosoles (Arrezola, 1987).

3.6. MATERIAL GENETICO

En el Cuadro 4 se mencionan las variedades y los dos testigos utilizados en este trabajo y algunas de sus características; el material genético se compone de una serie de colectas cuyos nombres corresponden al estado donde se realizaron dichas colectas.

CUADRO 4. VARIETADES DE FRIJOL OBSERVADAS Y ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS. CENGUA, 1989.

No colecta (variedad)	hábito crecim	c o l o r		No colecta (variedad)	hábito crecim	c o l o r	
		F*	S**			F*	S**
1. VER-175	II	M	N	7. OAX-122	III	B	b
2. OAX-37	II	M	N	8. PUE-286	II	B	C
3. CHIS-3A	II	M	P	9. 997-CH-73	II	B	B
4. COL-9	II	B	B	(Bayo Alteño)			
5. CHIS-12B	I	B	B	10. PUE-493	III	M	N
6. NAY-216	II	B	B	11. N QRO-78 (T)	II	M	N
				12. B MADERO (T)	II	B	B

F* floración M= morado, B= blanco

S** semilla N= negro, P= pinto, B= bayo, b= blanco, C= café

3.7. VARIABLES OBSERVADAS

Se midieron las siguientes variables:

Días a Floración (DIF): Son los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de la población inicia la floración.

Días a madurez (DIM): Se considera desde la siembra hasta que el 50% de la población entró en madurez fisiológica.

Vainas por planta (VPLA): Se cuantificó al momento de la cosecha considerando todas las vainas que al menos formaron una semilla, para ello se muestrearon 5 plantas por parcela.

Semillas por vaina (SVAI): Se cuantificó en la cosecha considerando las semillas formadas normalmente, para ello se muestrearon 5 plantas por parcela.

Peso de paja en g/parcela (PAJA): Es el peso seco total de la planta menos el peso del grano y menos el peso del follaje ya que éste se cae en la etapa de madurez.

Peso de 100 semillas (PCS): Es el peso de 100 semillas tomadas al azar de la producción de la parcela útil (en gramos).

Rendimiento (REND): Es el peso total de la semilla producida en la parcela útil (en g/parcela).

3.8. ANALISIS ESTADISTICOS

La información obtenida por cada una de las variables observadas en el trabajo se analizaron por el método de la varianza, y cuando se observaron diferencias estadísticamente significativas se hizo la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Posteriormente se hicieron análisis de correlación simple (Pearson) por ambiente entre las 7 variables observadas.

IV RESULTADOS

4.1. ANALISIS DE VARIANZA

En el Cuadro 5 se indican los cuadrados medios de los análisis de varianza (ANDEVA) de las variables estudiadas, donde se observa lo siguiente:

- a) Se encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambientes (AMB) solo para la variable VPLA, mientras que en las otras variables no se observaron dichas diferencias.
- b) Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre variedades (VAR) para cinco variables, mientras que en PAJA y REND las variedades se muestran estadísticamente iguales.
- c) En la interacción ambiente por variedad (A x V) sólomente se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de 100 semillas.
- d) El coeficiente de variación (CV) indica que hay una dispersión muy amplia entre las observaciones para las variables VPLA, PAJA y REND; una dispersión media para las variables SVAI y PCS; y poca dispersión para las variables DIF y DIM.

CUADRO 5. CAUDRADOS MEDIOS, SIGNIFICANCIA Y COEFICIENTES DE VARIACION (CV) DE LOS ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES OBSERVADAS EN 12 VARIEDADES DE FRIJOL BAJO CONDICIONES DE RIEGO Y TEMPORAL. CENGUA, 1989.

VARIABLE	FUENTES DE VARIACION			CV %
	AMB	VAR	A x V	
VPLA	415.36**	55.62**	11.84NS	25.65
DIF	270.75NS	22.33**	5.93NS	4.09
DIM	8.33NS	26.58*	8.37NS	3.61
SVAI	6.60NS	1.49**	0.52NS	12.78
PCS	151.94NS	134.68**	14.57**	8.53
PAJA	9'884,490.08NS	53,865.38NS	64,189.22NS	22.36
REND	13'725,963.00NS	86,486.00NS	108,806.30NS	27.57

*, ** = hay diferencias significativas al 5 y al 1% respectivamente
 NS = no hay diferencias significativas

4.1.1. SEPARACION DE MEDIAS

4.1.1.1. AMBIENTES

Como se indica en el Cuadro 5, entre ambientes solo hubo diferencias significativas para la variable VPLA, siendo superior el ambiente de riego con promedio de 12.6 vainas por planta contra 6.7 del ambiente de temporal.

4.1.1.2. VARIEDADES

En el Cuadro 6 se presentan los promedios de las variedades y su significancia en 5 de las variables que fueron estadísticamente significativas, aunque no obstante que el ANDEVA indica diferencias significativas al 5% de probabilidad entre variedades para la variable DIM, en la prueba de Tukey no se observan dichas diferencias.

CUADRO 6. PROMEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE LAS VARIETADES DE FRIJOL EN LAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS BAJO RIEGO Y TEMPORAL. CENGUA, 1989.

VARIEDAD*	DIF	V A R I A B L E S	A B L E S	L E S	S	PCS
		DIM	VPLA	SVAI		
1. VER-175	56.7 a	96.2 a	7.9 b	4.6 a	18.5	de
2. OAX-37	55.2 ab	90.5 a	10.0 b	4.6 a	17.6	de
3. CHIS-3A	57.2 a	95.0 a	9.3 b	4.1 ab	23.5	bc
4. COL-9	53.2 abc	95.2 a	9.0 b	5.1 a	20.7	cd
5. CHIS-12B	49.5 c	91.0 a	7.4 b	5.1 a	20.6	cd
6. NAY-216	54.0 abc	96.0 a	9.1 b	4.9 a	16.9	def
7. OAX-122	54.5 abc	95.2 a	21.1 a	4.4 ab	12.6	f
8. PUE-286	50.7 bc	90.2 a	9.8 b	5.0 a	15.5	ef
9. 997-CH-73	56.0 ab	98.5 a	8.4 b	4.3 ab	25.7	b
10. PUE-493	53.2 abc	93.0 a	8.3 b	3.9 ab	26.0	b
11. N QRO-78 (T)	51.7 abc	94.0 a	6.7 b	3.0 b	34.5	a
12. B MADERO (T)	54.7 abc	95.2 a	8.6 b	5.0 a	20.1	cde

* = variedades con la misma letra son estadísticamente iguales

4.1.1.3. INTERACCION

En el Cuadro 7 se indican los valores de la interacción A x V en la variable PCS, se observa que 6 variedades interaccionan con el ambiente y 6 variedades no interaccionan.

4.2. ANALISIS DE CORRELACION DE PEARSON

En el Cuadro 8 se muestran los coeficientes de correlación significativos por ambiente distinguiéndose lo siguiente:

- a) En riego se observa una correlación positiva tanto entre días a floración (DIF) y días a madurez (DIM) como entre el peso de la paja (PAJA) y el rendimiento (REND); mientras que el peso de 100 semillas (PCS) correlaciona negativamente tanto con el número de vainas por planta (VPLA) como con el número de

semillas por vaina (SVAI).

b) En el caso de temporal se observa que el REND correlaciona en forma positiva con VPLA y con PAJA; además se observa que ésta variable también correlaciona positivamente con SVAI aunque la significancia es del 7%; también hay una correlación positiva entre DIM y DIF.

Por otra parte, el PCS correlaciona en forma negativa tanto con VPLA como con SVAI.

CUADRO 7. VALORES DE LA INTERACCION A x V EN LA VARIABLE PESO DE 100 SEMILLAS DE 12 VARIETADES DE FRIJOL BAJO CONDICIONES DE RIEGO Y TEMPORAL. CENGUA, 1989.

VARIETADES	RIEGO	TEMPORAL	
1. VER-175	19.75 d	17.25 e	
2. OAX-37	19.25 d	16.00 e	
7. OAX-122	13.65 e	11.70 f	con
9. 997-CH-73	28.25 b	23.15 c	interacción
11. N QRO-78 (T)	41.95 a	27.05 b	
12. B MADERO (T)	22.60 b	17.65 d	
3. CHIS-3A	24.55 b	22.50 b	
4. COL-9	21.50 c	20.00 c	sin
5. CHIS-12B	21.35 c	20.00 c	interacción
6. NAY-216	17.80 e	16.05 e	
8. PUE-286	15.90 f	15.20 f	
10. PUE-493	27.40 b	24.70 b	

variedades con la misma letra en riego y temporal no interaccionan

CUADRO 8. COEFICIENTES DE CORRELACION SIGNIFICATIVOS* ENTRE 7 VARIABLES ESTUDIADAS EN 12 VARIEDADES DE FRIJOL BAJO CONDICIONES DE RIEGO Y TEMPORAL. CENGUA, 1989.

	R I E G O			T E M P O R A L		
	DIM	PCS	REND	DIM	PCS	REND
DIF	0.487 a			0.543 a		
VPLA		-0.525 a			-0.462 b	0.488 a
SVAI		-0.532 a			-0.452 b	0.365 c
PAJA			0.611 a			0.509 a

* = significancia: a, b y c = 1, 5 y 7% respectivamente

V DISCUSION

5.1. ANALISIS DE VARIANZA

5.1.1. AMBIENTES

En el análisis de varianza se encontró que existen diferencias altamente significativas entre ambientes para la variable vainas por planta (VPLA), observandose que en riego se obtienen 12.6 VPLA mientras que en temporal se obtienen sólomente 6.7; ésto indica la importancia que tiene el agua en la producción, ya que por la falta de ésta se reduce la fotosíntesis y con ello la acumulación de materia seca (White, 1985); por lo que siendo las vainas uno de los componentes de rendimiento más importantes, su reducción indica una disminución en la producción; en relación con lo anterior, Robins y Domingo (1956) observaron que en frijol el déficit hídrico por un período de 15 días antes de la floración, afectó principalmente el número de vainas por planta. Por otra parte, Tambien Mojarro (1977) observó una reducción en el rendimiento de frijol cuando éste sufrió por déficit hídrico en la etapa reproductiva; y en éste estudio se detectó una reducción del orden del 50% en el número de vainas en la condición de temporal respecto a la condición de riego, debido precisamente a que el cultivo en temporal sufrió por falta de agua desde la etapa de floración hasta la madurez (Cuadro 1 y Figura 2).

Al analizar la precipitación se observa que después del 31 de Julio (Figura 2) solamente cayeron 27.9 mm, lo cual no es suficiente para una buena producción, principalmente porque a partir de ésta fecha se inició la floración; y al respecto Halterlein (1983) indica que para que un cultivo de frijol rinda satisfactoriamente requiere durante éste período alrededor de 220 mm; por lo tanto, definitivamente la reducción observada en el número de vainas por planta en temporal es atribuible al déficit hídrico que se presentó durante la etapa reproductiva.

5.1.2. VARIEDADES

En el Cuadro 5 se indica que hay diferencias significativas entre variedades en 5 variables; estas variables se pueden agrupar en variables del ciclo del cultivo [días a floración (DIF) y días a madurez (DIM)] y variables relacionadas con el rendimiento (VPLA= vainas por planta, SVAI= semillas por vaina y PCS= peso de 100 semillas).

Al aplicar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 6) en la variable DIF se forman los siguientes 3 grupos:

- a) variedades 1, 2, 3 y 9, con 55 a 57 días a la floración, las cuales se pueden clasificar como tardías.
- b) Variedades 4, 6, 7, 10, 11 y 12, con 51 a 54 días a la floración, las cuales forman un grupo intermedio.
- c) variedades 5 y 8, con 49 y 50 días a la floración

respectivamente, se pueden indicar como precoces.

No obstante que el análisis menciona tres grupos, se puede decir que ésta diferenciación no es tan marcada, lo cual se puede atribuir a que casi todas las variedades son de hábito de crecimiento II; así por ejemplo, al aplicar la prueba de Tukey al 5% en la variable DIM, no se encuentran diferencias significativas entre variedades (Cuadro 6) no obstante que en el análisis de varianza (Cuadro 5) se observa que sí existen diferencias significativas; la falta de diferenciación entre variedades en la prueba de Tukey, probablemente se deba a que la madurez se presentó entre 91 y 98 días, lo cual realmente es un período corto entre la variedad más precoz y la variedad más tardía; sin embargo, se observa una tendencia de las variedades que fueron más tardías en la floración a ser más tardías en la madurez; y las variedades que fueron precoces en floración también tienden a ser más precoces en la madurez.

Respecto a la variable VPLA, se encontró que solamente la variedad OAX-122 tiene un alto número de VPLA; sin embargo, al revisar el PCS se observa que ésta variedad es la que tiene las semillas más pequeñas; por otra parte, la variedad testigo N QRO-78 es la que presenta el menor número de vainas por planta y menor número de semillas por vaina pero es la variedad que tiene las semillas más grandes (Cuadro 6); en el caso del número de SVAI, 11 variedades presentan de 4 a 5 semillas por vaina y solo la variedad

N QRO-78 tiene 3 SVAI; al parecer existe una correlación inversa del tamaño de la semilla con el número de VPLA y/o con el número de SVAI; en el Cuadro 5, se indica que no hay diferencias significativas entre variedades para el rendimiento; sin embargo se observa que las variedades con mayor número de vainas por planta (Cuadro 6) tienden a tener rendimientos más altos, como son las variedades NAY-216, OAX-122, COL-9 y CHIS-3A, las cuales mostraron más de 9 VPLA y rendimientos de 1,383 a 1,856 Kg/ha (Cuadro A1 del apéndice).

5.1.3. INTERACCION

En el Cuadro 7 se muestran los promedios en el peso de 100 semillas de las variedades en riego y en temporal; analizando éstos valores, se puede decir que las variedades con semillas más chicas o más grandes tienden a expresar mayor interacción al pasar de un ambiente a otro, mientras que las variedades con semillas intermedias son las que permanecen más estables.

En general se observa que todas las variedades reducen el tamaño de la semilla en temporal con respecto a riego; y podría decirse que éste fenómeno era de esperarse ya que Dreibrodt y Kiregbaum citados por Salter y Goode (1967) mencionan que uno de los efectos por la falta de agua es la reducción en el tamaño de la semilla; sin embargo, Mojarro (1977) indica que por efecto de sequía, el frijol reduce principalmente el número de vainas y el

número de semillas por vaina y que el tamaño del grano se ve levemente afectado; no obstante esto último, el resultado de éste trabajo es más acorde con lo mencionado por Dreibrodt y Kiregbaum, sobre todo porque el tamaño de semilla de las variedades estudiadas en este caso es más bien pequeño que grande, y este tipo de semilla está más relacionado con el ciclo de cultivo tardío, y según Dreibrodt citado por Salter y Goode (1967), el tamaño de semilla se ve afectado por la sequía en las variedades tardías.

5.2. ANALISIS DE CORRELACION

Por el análisis de correlación se puede observar que tanto en riego como en temporal existe una correlación directa entre DIF y DIM; es decir, que a mayor número de días a la floración hay mayor número de días a la madurez, o a menor número de días a floración también habrá menor número de días a madurez (Cuadro 8); lo anterior indica que la relación que existe entre éstas variables no se modifica al cambiar de ambiente.

También se observó que tanto en riego como en temporal (Cuadro 8) hay una correlación inversa del PCS tanto con VPLA como con SVAI; es decir, que conforme aumenta el número de vainas por planta y/o el número de semillas por vaina se reduce el tamaño de la semilla; ésta relación se puede constatar por la información del Cuadro 6, ya que la variedad 7 (OAX-122) con 21 VPLA tuvo las semillas más pequeñas (12.6 g/100 semillas), mientras que la

variedad 11 (N QRO-78) con 3 SVAI tuvo las semillas más grandes (34.5 g/100 semillas); lo anterior indica que son componentes complementarios, ya que conforme se reduce la expresión de una variable la otra tiende a ser más expresiva; por ejemplo Mojarro (1977) menciona que el déficit hídrico afecta drásticamente el número de vainas y el número de semillas por vaina, mientras que el peso del grano es afectado levemente.

Respecto al rendimiento (REND), se observó que correlaciona positivamente con PAJA tanto en riego como en temporal, esto indica que variedades que tienen mayor capacidad de acumulación de materia seca tienen también mayor potencial de rendimiento (Kramer, 1980; Turner y Begg, 1981 y White, 1985); también se puede mencionar que esta relación se debe principalmente a que las plantas que producen mayor cantidad de paja, es por que tienen mayor área fotosintética con la cual hay mayor producción de fotosintatos que pueden transformarse en mayor producción de grano; respecto a lo anterior, en el Cuadro A1 del apéndice se observa que las variedades que tuvieron mayor rendimiento tienden a producir mayor paja aunque existen algunas excepciones, debido probablemente a que en este cuadro se indican los promedios de los 2 ambientes por variedad.

Finalmente se observa que en el caso específico de temporal, el rendimiento depende además de la capacidad de producción de paja del número de VPLA y del número de SVAI, ya que estas variables correlacionan directamente con el rendimiento (Cuadro 8); esto

indica que para obtener buenos rendimientos bajo condiciones limitantes de humedad conviene tomar en cuenta a las variedades con alta capacidad de formación y llenado de vainas; esto es acorde con lo mencionado por Adams (1967) quien indica que bajo condiciones de sequía el rendimiento en frijol depende de la capacidad para la formación de vainas, semillas por vaina y del tamaño de la semilla.

5.3. RENDIMIENTO

No obstante que en el análisis de varianza para rendimiento no se observaron diferencias significativas: entre ambientes, variedades ni en la interacción ambiente por variedad (Cuadro 5); en el cuadro A2 del apéndice se indica el rendimiento promedio por variedad por ambiente; donde se puede apreciar una reducción hasta del 80% cuando las variedades pasan del ambiente de riego al de temporal; lo anterior indica la importancia del agua en el cultivo principalmente en la etapa reproductiva (Mojarro, 1977 y White, 1985) y en éste estudio se tuvo déficit hídrico precisamente desde el inicio de la floración hasta la madurez (Cuadro 1 y Figura 2), etapa en la que se ve reducido el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina principalmente; pero no obstante lo anterior en el Cuadro A2 del apéndice se observa que bajo condiciones de temporal a excepción de la variedad 1 (VER-175) todas las variedades superan a los dos testigos presentando rendimientos mayores de 590 Kg/ha, sobresaliendo las variedades COL-9 y CHIS-3A que alcanzan rendimientos de 800 Kg/ha; y éste

rendimiento bajo condiciones de temporal en la región semiárida como es el Norte del estado de Guanajuato es bastante alagador; por otra parte, las dos últimas variedades en condiciones de riego tienen un rendimiento aceptable por lo cual pudieran utilizarse en un espectro más amplio de ambientes en relación a las otras variedades o a los testigos.

5.4. PAJA

Al igual que en rendimiento, la paja presenta la misma tendencia de reducción en la producción al pasar de la condición de riego a la de temporal, aunque el índice de reducción en general es menor en la paja que en el rendimiento de grano; sin embargo, se observa una tendencia de las variedades con mayor producción de paja a aumentar la producción de grano (Cuadro A3 del apéndice).

VI CONCLUSIONES

Del presente trabajo se puede concluir lo siguiente:

1. El frijol en condiciones de temporal reduce fuertemente la formación de vainas con respecto a la condición de riego y en consecuencia se reduce el rendimiento de grano.
2. Entre variedades no se observaron diferencias significativas en el rendimiento, debido a que fueron las mejores en un estudio anterior.
Respecto al número de VPLA, número de SVAI y PCS hay diferencias significativas entre variedades, pero se puede decir que estos componentes son complementarios, lo cual se demuestra por la correlación inversa que existe del PCS con VPLA y con SVAI.
3. Hay una correlación directa entre el rendimiento y la paja tanto en riego como en temporal, es decir, a mayor producción de paja corresponde mayor producción de grano.
4. En el caso de temporal el rendimiento está directamente relacionado con el número de VPLA y con el número de SVAI, por lo tanto, para obtener mejores rendimientos en temporal es importante tomar en cuenta la capacidad de formación y llenado de vainas por la variedad.
5. Para las condiciones de poca precipitación se pueden sugerir las variedades CHIS-3A Y COL-9 cuyo tipo de semilla son pinto y bayo respectivamente, las cuales tienen aceptación comercial.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Adams, M.W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris* L. *Crop Sci.* 7:505-510.
- Arrezola R., G. 1987. Determinación de la densidad de siembra de frijol en el Norte de Guanajuato. Tesis de Lic. Facultad de Agricultura. Univ de Gvad. Guadalajara, Jal. 56 p.
- Begg, J.E., y N.C. Turner. 1976. Crop water deficits. *Adv. Agron.* 28:161-217.
- CAENGUA. 1983. Guia para la asistencia técnica agrícola. Area de influencia del Campo Agrícola Experimental del Norte de Guanajuato. SARH. INIA. CAENGUA. San José de I. Gto. 114 p.
- Clarke, J.M., y R.C. Durley. 1981. The responses of plants to drought stress. In: *Water Stress on Plants*. G.M. Simpson (comp.). Praeger Publishers. New York. pp. 89-139.
- Debouck, G.D. y R. Hidalgo. 1985. Morfología de la planta de frijol comun. In: M. López, F. Fernández y A. Schoonhoven (eds). 1985. *Frijol: Investigación y producción*. CIAT. Cali, Colombia. p 7-41.
- Doorenbos, J., y A.H. Kassam. 1980. Efectos del agua sobre rendimientos de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje No. 33. Roma 212 p.
- Halterlein, J.A. 1983. Bean. In: I.D. Teare and M.M. Peet (eds). 1983. *Crop-water relations*. John Wiley and Sons. New York. 157-185.
- Hernández S., J.H. y A. Muñoz O. 1987. Estudio bajo sequía en tres fuentes genéticas de maíz y sus selecciones familiares obtenidas en la región de Chiautla, Pue. In: *Memoria del Seminario Como Aumentar la Producción Agropecuaria y Forestal en la Región Mixteca Oaxaqueña*. A. Muñoz O. y B. Dimas Ch. (Comps.) CEICADAR-CP, Puebla, México. pp. 504-524.
- Hsiao, T.C., y E. Acevedo. 1974. Plant responses to water deficits, water-use efficiency, and drought resistance. *Agric. Meteorol.* 14:59-84.
- _____, E. Ferreres, E. Acevedo, y D.W. Henderson. 1976. Water stress and dynamics of growth and yield of crop plants. In: *Water and Plant Life. Problems and Modern Approaches* (Ecological Studies Vol. 19). O.I. Lange, L. Kappen, and E.d. Schulze (eds.). Springer-Verlag, Berlín. PP. 281-303.
- Joaquín T., I.C. 1981. Estudio en variedades de cacahuete *Arachis*

hipogasa L., bajo el método de riego- sequía. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mex. 137 p.

Jones, M.M., N.C Turner y C.B. Osmond. 1981. Mechanisms of drought resistance. In: L.C. Paleg and D. Aspinall (eds.). 1981. The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Academic press. Sydney, New York. 15-37.

Jordan, W.R. 1983. Cotton. In: Crop-Water Relations. I.D. Teare, and M.M. Peet (eds.). John Wiley and Sons. New York. pp 213-254.

Kohashi S., J. 1979. Fisiología. In: Contribuciones al conocimiento del Frijol *Phaseolus* en México. E.M. Engleman (ed.). Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp 39-58.

Kramer, P.J., 1980. Drought, stress, and the origen of adaptations. In: Adaptation of Plants to Water and Hight Temperature Stress. N.C. Turner and P.J. Kramer (eds.). John Wiley and Sons. New York pp. 7-20.

_____. 1983. Water Relations of Plants. Academic Press. New York. 449 p.

Lepiz I., R. 1988. Mejoramiento genético de frijol para resistencia a la sequía atraves de la partición de carbohidratos y la fijación biológica eficiente de nitrógeno: informe de la reunión de evaluación y programación 1988. SARH. INIFAP. CEVG. Durango, Mex. 193 p.

May, L.H., y F.L. Milthorpe. 1962. Drought resistance of crop plants. Field Crop Abstr. 15:171-178.

Miller, A.A. y W.R. Gardner. 1972. Effect of the soil and plant water potenciales on the matter production of snap beans. Agron. Journ. 64: 559-562.

Mojarro D., F. 1977. Efecto de la sequía en el rendimiento del frijol *Phaseolus vulgaris* L. Aspectos fisiológicos. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 141 p.

Muñoz O., A. 1986. Estimación de la resistencia a sequía. Ponencia presentada en el VII Ciclo de Conferencias spbre Fisiología Vegetal. Simposium "El Agua en Plantas Cultivadas". Celebrado el 16 de Julio de 1986, en el Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Pachico, D. 1989. Trends in world common bean production. In: H.F. Schwartz and M.A. Pastor-Corrales. (eds.). Bean production problems in the tropics. 2ª Ed. CIAT. Cali, Colombia. p 1-8.

Parsons, L.R. 1979. Breeding for Drought resistance: What plant

characteristics impart resistance?. HortScience 14:590-592.

- Pedroza, F., J.A. 1989. Resistencia ontogénica y filogenética a sequía en dos cultivares de frijol *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mex. 155 p.
- Robins, J.S. y C.E. Domingo. 1956. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. Agron. J. 48:67-70.
- Salter, P.j. y J.e. Goode. 1967. Crop Responses to Water at Different Stages of Growth. Research Review No.2. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Malling, Maidstone, Kent. Commonwealth Agricultural Bureaux. Franham Royal, Bucks, England. 246 p.
- Taylor, H.M. 1980. Modifying root systems of cotton and soybean to increase water absorption. In: Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. N.C. Turner, and P.J. Kramer (eds.). John Wiley and Sons. New York. pp. 75-84.
- Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In: Stress Physiology in Crop Plants. H. Mussell, and R.C. Staples (eds.). John Wiley And Sons. New York. pp. 343-372.
- _____ y J.E. Begg. 1981. Plant-water relations and adaptation to stress. Plant and Soil 58:97-131.
- Turrent F., A. 1986. Estimación del potencial productivo actual de maíz y frijol en la república mexicana. Colegio de postgraduados. Chapingo, Mex. 165 p.
- Villalpando J., F., R.R. Terrones, J.M. Mora, V.R. Ugalde y D. Martínez. 1986. Elementos climatológicos en el estado de Guanajuato. SARH. INIFAP. 93 p.
- White, J.W. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. In: M. López, F. Fernández y A.V. Schoonhoven (comps y eds.). Frijol: Investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia. pp 43-60.
- Yañez J., P. 1977. Aborto de semillas de *Phaseolus vulgaris* L. Morfología y ensayo con reguladores del crecimiento. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 72 p.

VIII A P E N D I C E

CUADRO A1. RENDIMIENTO PROMEDIO DE GRANO Y PAJA EN Kg/ha DE 12 VARIETADES DE FRIJOL. CENGUA, 1989.

Variedad	Grano	Paja
6. NAY-216	1856.0	1577.6
7. OAX-122	1434.0	1275.9
4. COL-9	1404.0	1542.1
3. CHIS-3A	1383.0	1456.5
10. PUE-493	1298.0	1252.6
11. N QRO-78 (T)	1273.0	1433.5
5. CHIS-12B	1256.0	1133.8
8. PUE-286	1235.0	1331.5
1. VER-175	1218.0	1330.2
12. B MADERO (T)	1217.0	1574.9
9. 997-CH-73 B ALTEÑO	1183.0	1578.9
2. OAX-37	1114.0	1257.8

CUADRO A2. RENDIMIENTO PROMEDIO EN Kg/ha E INDICE DE REDUCCION (IR) DE GRANO DE 12 VARIETADES DE FRIJOL BAJO CONDICIONES DE RIEGO Y TEMPORAL. CENGUA, 1989.

Variedad	Riego	Temporal	IR %
6. NAY-216	3063.1	649.9	78.7
11. N QRO-78 (T)	2209.2	338.1	84.7
7. OAX-122	2168.4	699.9	67.8
1. VER-175	2103.9	332.8	84.1
4. COL-9	2009.2	801.3	60.1
10. PUE-493	1978.9	619.7	68.6
12. B MADERO (T)	1936.8	497.3	74.3
5. CHIS-12B	1922.3	590.7	69.2
3. CHIS-3A	1889.4	877.6	53.5
8. PUE-286	1752.6	719.7	58.9
9. 997-CH-72	1721.0	644.7	62.5
2. OAX-37	1555.2	652.6	58.0

IR = $(1 - T/R) (100)$ donde T = promedio en temporal y R = promedio en riego

CUADRO A3. PRODUCCION PROMEDIO EN Kg/ha E INDICE DE REDUCCION (IR) DE PAJA DE 12 VARIETADES DE FRIJOL BAJO CONDICIONES DE RIEGO Y TEMPORAL. CENGUA, 1989.

Variedad	Riego	temporal	IR %
6. NAV-216	2357.8	797.3	66.1
11. N QRO-78	2185.5	681.5	68.8
7. OAX-122	1739.4	811.8	53.3
1. VER-175	2106.5	553.9	73.7
4. COL-9	2305.2	778.9	66.2
10. PUE-493	1776.3	728.9	58.9
12. B MADERO (T)	2338.1	811.8	65.2
5. CHIS-12B	1663.1	603.9	63.6
3. CHIS-3A	1863.1	1048.6	43.7
8. PUE-286	1694.7	969.7	42.7
9. 997-CH-72	2224.9	934.2	58.0
2. OAX-37	1656.5	852.2	48.1

IR = $(1 - T/R) (100)$ donde T= promedio en temporal, R= promedio en riego