

11 201



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

EFFECTO DE LA INOCULACION, FERTILIZACION  
EDAFICA Y FOLIAR, SOBRE LA PRODUCTIVIDAD  
Y CALIDAD DE SEMILLA DE FRIJOL  
(Phaseolus vulgaris L.)



T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A  
FRANCISCO JAVIER CERVANTES GONZALEZ



Director de Tesis:  
M. C. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

1990

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## C O N T E N I D O

	pág.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS . . . . .	x
LISTA DE CUADROS DEL APENDICE . . . . .	xiii
RESUMEN. . . . .	xv
I. INTRODUCCION . . . . .	1
1.1 Objetivos . . . . .	3
1.2 Hipótesis . . . . .	3
II. REVISION DE LITERATURA . . . . .	4
2.1 Generalidades de la producción de semilla. . . . .	4
2.2 Importancia de la producción de semilla . . . . .	7
2.3 Definición de semilla . . . . .	8
2.4 Categorías de semilla . . . . .	8
2.4.1 Semilla original . . . . .	9
2.4.2 Semilla básica. . . . .	9
2.4.3 Semilla registrada . . . . .	9
2.4.4 Semilla certificada . . . . .	9
2.5 Producción de semilla de frijol . . . . .	9
2.5.1 Normas de producción y certificación de semillas de frijol . . . . .	10
2.6 Calidad de semilla . . . . .	13
2.6.1 Indicadores que determinan la calidad de las semillas . . . . .	14
2.7 Inoculación con <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. . . . .	16
2.7.1 Factores relacionados a la inoculación. . . . .	16
2.7.2 Respuesta del frijol a la inoculación con <u>Rhizobium phaseoli</u> . . . . .	19
2.8 Fertilización edáfica en frijol . . . . .	22

	pág.
2.8.1 Absorción de nutrientes por la raíz. . . . .	22
2.8.2 Crecimiento y absorción de nutrientes . . . . .	23
2.8.3 Respuesta del frijol a la fertilización edáfica . . . . .	24
2.9 Fertilización foliar en frijol . . . . .	25
2.9.1 Absorción de nutrientes via follaje. . . . .	25
2.9.2 Factores reelevantes en la fertilización foliar . . . . .	26
2.9.2.1 Factores relacionados a la solu- ción . . . . .	27
2.9.2.2 Factores relacionados al clima. . . . .	27
2.9.2.3 Factores relacionados a la planta. . . . .	29
2.9.3 Respuesta del frijol a la fertilización foliar . . . . .	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS . . . . .	32
3.1 Características del sitio experimental. . . . .	32
3.2 Material genético. . . . .	32
3.3 Tratamientos . . . . .	33
3.4 Diseño experimental . . . . .	34
3.5 Aspectos agronómicos. . . . .	34
3.5.1 Siembra . . . . .	34
3.5.2 Inoculación . . . . .	34
3.5.3 Fertilización . . . . .	34
3.5.4 Riego. . . . .	34
3.5.5 Control de maleza. . . . .	34
3.5.6 Escardas. . . . .	35
3.5.7 Control de plagas y enfermedades. . . . .	35
3.5.8 Cosecha . . . . .	35

	pág.
3.6 Parámetros cuantificados . . . . .	35
3.6.1 Número de nódulos efectivos . . . . .	35
3.6.2 Peso seco de raíz y parte aérea . . . . .	35
3.6.3 Altura de planta . . . . .	35
3.6.4 Vainas por planta. . . . .	36
3.6.5 Longitud de vaina. . . . .	36
3.6.6 Semillas por vaina . . . . .	36
3.6.7 Rendimiento de semilla . . . . .	36
3.6.8 Peso de 200 semillas. . . . .	36
3.6.9 Peso volumétrico . . . . .	36
3.6.10 % de semilla dañada. . . . .	36
3.6.11 % de humedad en semilla . . . . .	36
3.6.12 % de mezclas . . . . .	36
3.6.13 % de materia inerte. . . . .	36
3.6.14 % de semilla grande, mediana y chica . . . . .	37
3.6.15 % de germinación. . . . .	37
3.6.16 Vigor . . . . .	37
3.7 Análisis estadístico. . . . .	37
IV. RESULTADOS . . . . .	38
4.1 Rendimiento de semilla . . . . .	38
4.2 Peso de 200 semillas. . . . .	40
4.3 Peso volumétrico . . . . .	40
4.4 % de semilla grande, mediana y chica . . . . .	43
4.5 % de germinación . . . . .	45
4.6 Vigor . . . . .	46
4.7 % humedad en semilla, materia inerte y mezclas . . . . .	46
4.8 % de semilla dañada . . . . .	48
4.9 Número de vainas por planta . . . . .	50

	pág.
4.10 Longitud de vaina . . . . .	51
4.11 Semillas por vaina . . . . .	52
4.12 Altura de planta . . . . .	53
4.13 Número de nódulos efectivos . . . . .	54
4.14 Peso seco de parte aérea y raíz. . . . .	55
V. DISCUSION . . . . .	56
5.1 Rendimiento de semilla . . . . .	56
5.2 Calidad de semilla . . . . .	58
VI. CONCLUSIONES . . . . .	62
VII. BIBLIOGRAFIA . . . . .	64
VIII. APENDICE . . . . .	73

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro	pág.
1 Características de las variedades utilizadas en el experimento de producción y calidad de semilla de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación fertilización-edáfica y foliar. . . . .	33
2 Medias de rendimiento de semilla (ton/ha) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	39
3 Medias del peso de 200 semillas (gr) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	41
4 Medias del peso volumétrico (gr) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	42
5a Medias del porcentaje de semilla grande de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	44
5b Medias del porcentaje de semilla mediana de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	44
5c Medias del porcentaje de semilla chica de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	45
6 Medias del porcentaje de germinación de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	45
7 Medias del vigor presentado por las variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	47
8 Medias del porcentaje de semilla dañada de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	48

Cuadro	pág.
9 Medias del número de vainas por planta en variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	50
10 Medias de longitud de vaina de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	51
11 Medias del número de semillas por vaina de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	52
12 Medias de la altura de planta de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	53
13 Medias del número de nódulos efectivos por planta en variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar..	54
14 Medias del peso seco de follaje (gr) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	55

#### Figura

1 Medias del rendimiento de semilla de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	39
2 Medias del peso de 200 semillas de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	41
3 Medias del peso volumétrico de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	42
4 Medias del % de semilla dañada de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	49



## Figura

- 5 Medias del vigor de plántulas (*gr*) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . . 47

## LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro	pág.
1A Análisis de Varianza (ANDVA) para la variable - número de nódulos efectivos en variedades de fri- jol, bajo el efecto de la inoculación, fertiliza- ción edáfica y foliar. . . . .	78
2A ANDVA para la variable peso seco de raíz en varie- dades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	78
3A ANDVA para la variable peso seco de follaje en - variedades de frijol, bajo el efecto de la inocu- lación fertilización edáfica y foliar. . . . .	79
4A ANDVA para la variable altura de planta en varie- dades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	79
5A ANDVA para la variable vainas por planta en varie- dades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	80
6A ANDVA para la variable longitud de vaina en varie- dades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	80
7A ANDVA para la variable semillas por vaina en varie- dades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	81
9A ANDVA para la variable rendimiento de semilla en variedades de frijol, bajo el efecto de la inocu- lación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	81
10A ANDVA para la variable peso de 200 semillas en var- riedades de frijol, bajo el efecto de la inocula- ción, fertilización edáfica y foliar. . . . .	82
11A ANDVA para la variable peso volumétrico en varie- dades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	82

## Cuadro

pág.

12A	ANDVA para la variable % de semilla donada en variedades mejoradas de frijol, bajo el efecto de la fertilización edáfica y foliar. . . . .	78
13aA	ANDVA para la variable % de semilla grande en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación fertilización edáfica y foliar. . . . .	78
13bA	ANDVA para la variable % de semilla mediana en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	79
13cA	ANDVA para la variable % de semilla chica en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	79
14A	ANDVA para la variable % de germinación en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	80
15A	ANDVA para la variable vigor de plántulas en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar. . . . .	80

## RESUMEN

Un aspecto fundamental para elevar la productividad en los cultivos básicos es la utilización de semilla mejorada; siendo de vital importancia desarrollar técnicas que permitan incrementar la producción y calidad de semilla. En frijol hasta ahora se han hecho estudios enfocados principalmente a la producción de grano mediante la inoculación con Rhizobium phaseoli y fertilización al suelo, las investigaciones referentes a fertilización foliar es un aspecto que se ha trabajado en menor intensidad, existiendo respuestas favorables del cultivo. Por lo que en el presente trabajo se plantearon los objetivos sig:

- Determinar el efecto de inocular la semilla y aplicar fertilizantes al suelo y follaje sobre la producción y calidad de semilla de seis variedades de frijol.

- Identificar que tratamiento y cual variedad presenta el mejor rendimiento y calidad de semilla de frijol.

Se realizó el presente trabajo, durante 1989 en el Campo Experimental "Valle de México" (CEVAMEX). Las variedades utilizadas fueron: Flor de Durazno-90, Flor de Mayo RMC, Negro Perla-90, Bayo Mecentral, Bayomex y Negro Puebla. Con los tratamientos: 40-40-40, 00-40-00+inoculante, Fertilizante foliar+inoculante, y el testigo sin inocular y sin fertilizar. La fertilización al suelo y la inoculación de la semilla fue al momento de la siembra, el fertilizante foliar se aplicó a los 12 y 42 días de emergido el cultivo a razón de 4 y 3 kg/ha respectivamente, el diseño experimental fue bloques al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de 4 surcos de 6 metros, la par

cela útil de 2 surcos centrales de 5 metros. Los parámetros -  
evaluados fueron: número de nódulos efectivos, peso seco de -  
raíz y parte aérea, altura de planta, vainas por planta, longi-  
tud de vaina, semillas por vaina, rendimiento de semilla, peso  
de 200 semillas, peso volumétrico, % de humedad en semilla, %  
de semilla dañada, % de materia inerte, % de mezclas, % de semi-  
lla grande, mediana y chica, % de germinación y vigor. De acuer-  
do con los objetivos y en base a los resultados se llegó a las  
conclusiones siguientes:

1. La fertilización foliar+inoculante produjeron rendimien-  
tos de semilla superiores a 2.0 ton/ha en las seis variedades  
evaluadas.

2. Las variedades más rendidores fueron Bayo Mecentral -  
(3.4 ton/ha con 00-40-00+inoculante) y Negro Puebla ( 3.1 ton/ha  
con F. foliar+inoculante), las cuales son de crecimiento inde-  
terminado.

3. Las variedades Negro Perla-90, Flor de Durazno-90 y -  
Negro Puebla, expresan sus mejores rendimientos de semilla con  
la fertilización foliar + inoculante.

4. Las variedades Flor de Mayo RMC y Bayomex tienen mejor  
rendimiento de semilla con 40-40-40.

5. Los testigos mostraron elevados rendimientos de semilla  
debido a la alta fertilidad de los suelos en el Campo Experimen-  
tal "Valle de México".

6. La mejor calidad de semilla en base al peso de 200 semi-  
llas, al tamaño de semilla, al % de germinación y al vigor la  
presentó Flor de Durazno-90.

7. La calidad de semilla intermedia en base al peso de 200

semillas, al peso volumétrico, al tamaño de semilla y vigor la presentaron Bayomex, Bayo Mecentral y Negro Puebla.

8. La calidad de semilla más baja basándose en el peso de 200 semillas, al tamaño y vigor la presentaron Flor de Mayo RMC y Negro Perla-90.

9. La fertilización foliar + inoculante tienden a incre -  
mentar la calidad de la semilla en todas las variedades evalua-  
das en este trabajo.

## I. INTRODUCCION

La productividad en los cultivos básicos reviste gran interés en nuestro país, considerándose primordial aumentar la producción de alimentos.

El frijol forma parte importante en la alimentación básica del pueblo mexicano, siendo hasta ahora, debido a su menor costo, la principal fuente de proteína para el sector rural y urbano de bajos ingresos, y de esta realidad se deriva la importancia de su producción, para el sustento de la población actual (López, 1982; Durán, 1986). Teniendo en cuenta esto, es necesario hacer estudios para obtener mayores rendimientos por hectárea. Un aspecto fundamental para elevar la productividad lo representa el área referente a producción de semillas.

En México el uso de semilla mejorada es muy escaso, se estima que en un 12% de la superficie dedicada a los cultivos se emplea semilla certificada (Esparza y Acosta, 1989). En el caso de frijol las cifras son aun más bajas, existiendo muchas regiones donde no se utiliza prácticamente nada de semilla mejorada, de acuerdo con el Centro de Agricultura Tropical (CIAT, 1983) este básico no ha alcanzado un desarrollo tecnológico comparable al de otros cultivos. No obstante que por la superficie que ocupa, la actividad económica que genera y el volumen de grano que se consume por persona (18kg/persona/año) el frijol es el segundo cultivo más importante en México las estadísticas de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) revelan que las ventas de semilla certificada de frijol

para el lapso de 1979-1987 alcanzaron un promedio de 3,500 - ton anuales, excepto 1981 y 1982; para los últimos 3 años, es tas ventas se incrementaron hasta 7,000 ton en promedio. A pe sar de este incremento en la producción de semilla certifica da, esta cantidad sólo corresponde al 7% de la demanda poten cial estimada para cubrir las necesidades del país (Estadísti ca de venta PRONASE, 1979-87). A pesar de que en México existe un atraso en tecnología de producción de semillas y el poco - uso de estas por parte de los agricultores a provocado bajos rendimientos en el cultivo. Esta situación puede mejorarse - con el aprovechamiento de las variedades que hay liberadas - actualmente podría incrementarse considerablemente la produc ción. Sin embargo debe acompañarse a la variedad de informa - ción que facilite la producción de la semilla. Ya que dentro de los insumos que pueden tener mayor efecto sobre la produc ción se encuentra la utilización de semilla mejorada de exce lente calidad.

Hasta ahora se han hecho estudios enfocados principalmen te a la producción de grano mediante la inoculación, fertili zación al suelo y al follaje. La inoculación en frijol con - Rhizobium phaseoli con la finalidad de fijar Nitrógeno Atmos férico y transformarlo en forma asimilable para la planta, ha generado respuestas muy variables, debido a las condiciones edáficas, especificidad huésped-simbionte y eficiencia de la bacteria (López et al. 1985; Chonay et al. 1983). La aporta ción de nutrientes al suelo depende en gran medida de la fer tilidad de este y de su contenido de agua durante el desarro llo del cultivo (Velázquez et al. 1981). Las investigaciones



referentes a fertilización foliar es un aspecto que se ha trabajado en menor intensidad, existiendo respuestas favorables del cultivo al respecto (Muñoz et al. 1982; Chonay et al. 1983) Por lo que en el presente trabajo se pretende analizar en conjunto el efecto de inocular la semilla y aplicar fertilizantes al suelo y follaje sobre la producción y calidad de semilla de variedades mejoradas de frijol.

### 1.1 Objetivos

- Determinar el efecto de inocular la semilla y aplicar fertilizantes al suelo y follaje sobre la producción y calidad de semilla de seis variedades de frijol.
- Identificar que tratamiento y cual variedad presenta el mejor rendimiento y calidad de semilla de frijol.

### 1.2 Hipótesis

- Las variedades mejoradas de frijol cultivadas en el valle de México presentan diferentes rendimientos de semilla al aplicar inoculante y/o fertilizantes al suelo y follaje.
- Las variedades de crecimiento indeterminado presentan - mejores rendimientos de semilla.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades sobre la producción de semilla.

En México el ejecutivo federal, a través de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (Actualmente Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) formuló un proyecto de ley sobre producción, certificación y comercio de semillas, que fue aprobado como ley por el Congreso de la Unión el 22/dic/1960 y publicado en el diario oficial de la Federación el 14/abr/1961, donde se ha incluido su fe de erratas y reformas publicadas en el órgano oficial correspondiente al 12/dic/1983. Esta ley considera nueve capítulos, los cuales se resumen a continuación:

Capítulo 1o. La presente ley tiene por objeto regular el fomento de la Agricultura mediante la producción, beneficio, registro, certificación, distribución, comercio y utilización de semillas de variedades de plantas útiles al hombre. Esta ley reconoce cuatro categorías de semillas: 1) Originales; 2) Básicas; 3) Registradas; y 4) Certificadas.

Capítulo 2o. Se indica la creación del Sistema Nacional de Producción, Certificación y Comercio de Semillas el cual se integra por: 1) El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias; 2) El Comité Calificador de Variedades de Plantas; 3) El Registro Nacional de Variedades de Plantas; 4) La Productora Nacional de Semillas; 5) La Comisión Nacional de Fruticultura y las Empresas Privadas dedicadas a la investigación, multiplicación y comercio de semillas; y 6) El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Capítulo 3o. Se refiere a la investigación para el mejoramiento de las plantas, y se considera que la investigación oficial para el mejoramiento de variedades de plantas existentes y la formación de otras, corresponde al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), - quien se coordinará con la Productora Nacional de Semillas - para el incremento de semilla mejorada y fomentar el desarrollo Agrícola del país.

Capítulo 4o. Señala que el Comité Calificador de Variedades de Plantas (CCVP) tiene como responsabilidad: a) Calificar las variedades de plantas; b) Ordenar la cancelación del registro de variedades destinadas a la producción de semillas certificadas, cuando se inscriba una nueva variedad del mismo cultivo con características y comportamiento significativamente superiores a las ya inscritas; c) Emitir opinión ante la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) en todos los casos de importación o exportación de semillas.

Capítulo 5o. Indica la creación de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) como organismo público descentralizado, con personalidad y patrimonio propios, que es la responsable de producir, beneficiar, distribuir y enajenar las semillas correspondientes a los cultivos que la confiere INIFAP o de cualquier otra dependencia del gobierno federal, para su incremento como semillas básicas, que en función de la demanda de aquellas y de sus posibilidades económicas, le encomienda la SARH.

Capítulo 6o. Menciona las funciones del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS): 1) llevar

registros de los productores, las siembras para producción - de semillas, las instalaciones industriales para beneficio y los actos de comercio interior y exterior de semillas; 2) Expedir y controlar el uso de certificados de origen y calidad así como el de las etiquetas para certificación de las semillas que se hubieren producido y beneficiado; 3) La Secretaría de Hacienda por su parte, expedirá las liquidaciones de todos los derechos que deben cubrir los causantes correspondientes a las inscripciones y certificaciones, el uso de sellos y etiquetas a que se refiere el inciso anterior.

Capítulo 70. Indica que solo podrán ofrecerse al público como semillas certificadas aquellas que, producidas y beneficiadas de acuerdo con las disposiciones de la misma ley y sus reglamentos, tengan condiciones normales de viabilidad y estén amparadas con los certificados y etiquetas que se expidan por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Capítulo 80. En el cual se menciona que el I.N.I.F.A.P. determinará las normas fitosanitarias relativas a la producción y beneficio de semillas que deban ser certificadas. y - el S.N.I.C.S. vigilará la aplicación el cumplimiento de dichas normas.

Capítulo 90. Se refiere a las infracciones, sanciones y procedimientos, y se hace énfasis que será causa de multa el hecho de expedir semillas certificadas sin las etiquetas - oficiales requeridas por esta ley y sus reglamentos.

## 2.2 Importancia de la producción de semillas

La producción de semillas es una labor muy delicada que implica demasiado cuidado en cada una de las partes del proceso de producción desde la selección y preparación del terreno hasta la cosecha y manejo postcosecha, para llegar finalmente a contar con la semilla para siembra (Espinosa et al, 1989).

El aumento continuo en el número de variedades disponibles puede originar confusión para determinar su identidad y comportamiento por ello es necesario que al ser liberada cuente con una completa descripción de sus caracteres que les permita a los productores mantener posteriormente sus características principales durante las diferentes fases de multiplicación de semilla (CIAT, 1984). Cuando se desconoce la identidad de la variedad (origen y caracteres), se está expuesto a sufrir pérdidas económicas debido a que no es posible estar seguros sobre la calidad de una semilla basándose únicamente en su apariencia (SNICS, 1980). Mediante el uso de semilla certificada el agricultor puede tener confianza en la seguridad de lograr una buena germinación de semilla vigorosa y por lo tanto, el establecimiento de un buen cultivo. Asimismo el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (1980) establece que la certificación tiene por objeto garantizar que la semilla correspondiente se produjo siguiendo métodos que aseguren su identidad genética y que en el momento de análisis en laboratorio, alcance los valores de germinación y pureza física más elevados para permitir su empleo con seguridad de éxito.

El suministro de semillas de buena calidad es la última

fase de un programa de semillas, del cual el agricultor deberá aprovechar los beneficios de la investigación, es por ello in dispensable que durante los ciclos requeridos para disponer de semilla certificada se conserve la identidad de la variedad (CIAT, 1984).

### 2.3 Definición de semilla

La semilla que interviene en la reproducción sexual es generalmente un óvulo maduro fertilizado, compuesto por un - eje embrionario, reservas alimenticias y una cubierta protectora (CIAT, 1983).

La ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas establece que se entiende por semilla; Los frutos o - partes de éstos, así como las partes de vegetales o vegetales completos, que pueden utilizarse para la reproducción y propa gación de las diferentes especies de la vegetación.

### 2.4 Categorías de semilla

La pureza genética se mantiene utilizando ciertas categorías de semilla que indican las generaciones que han transcurrido desde el uso de la semilla original. El propósito es - permitir un incremento en la disponibilidad de semilla en con diciones en que se conserve su identidad genética y la pureza La ley sobre producción, certificación y comercio de semillas reconoce 4 categorías de semillas; 1) Originales, 2) Básicas, 3) Registradas, y 4) Certificadas.

#### 2.4.1 Semilla original.

Es la resultante de los trabajos de mejoramiento o forma ción de variedades. Estas semillas constituirán la fuente ini cial para la producción de semillas de la siguiente categoría en escala comercial.

#### 2.4.2 Semilla básica.

La que se produzca incrementando semillas originales, - garantizando su más alto grado de identidad genética y de pu reza varietal.

#### 2.4.3 Semilla registrada.

La que descende de la semilla básica o de las mismas - reg istradas, que conserven satisfactoriamente su identidad ge nética y pureza varietal.

#### 2.4.4 Semilla certificada.

La que descende de las semillas básicas, de las regis tradas o de las propias certificadas, que se produzcan para distribución comercial, garantizando satisfactoriamente su iden tidad genética y pureza varietal.

### 2.5 Producción de semilla de frijol

Desde la década de los 40's, hasta la década de los 80's el I.N.I.F.A.P. ha entregado a la PRONASE aproximadamente 87

variedades de frijol, de las cuales se encuentran autorizadas por el Comité Calificador de Variedades y Plantas para los ciclos otoño-invierno 87/88 y primavera-verano 88, un total de 51 variedades disponibles para uso del productor en siembras comerciales (Esparza y Acosta, 1989).

#### 2.5.1 Normas de producción y certificación de semillas de frijol.

De acuerdo con el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS, 1980) las normas de producción y certificación para todas las categorías de semilla son las siguientes:

1) Requisitos del terreno. No se aceptará para certificación una siembra de frijol que esté hecha en un terreno que - fué sembrado con frijol el año anterior, al menos que la siembra haya sido de la misma variedad y de clase igual o superior de semilla.

2) Inspecciones de campo. Las inspecciones de campo deberán ser hechas en un número mínimo de tres y repartidas de la manera siguiente:

a ) Poco antes de la siembra a fin de constatar si se - satisface el requisito arriba expuesto.

b ) Durante la floración con el objeto de observar la - presencia o no de mezclas de otras variedades que difieran de la variedad seleccionada, por el aspecto general de las plantas, y en especial, por la forma, color y tamaño de las flores

c ) Cuando el cultivo este listo para efectuar la cose-  
cha.

3) Unidad de certificación. Los terrenos destinados para



la producción de semillas certificadas, deberán ser considerados como una unidad de certificación y, por lo tanto, no se admitirá que sean subdivididos para este propósito.

4) Aislamiento. Deberá haber callejones de protección de 5 metros como mínimo, entre unos y otros terrenos sembrados con diferentes variedades de frijol.

5) Tolerancias máximas expresadas en porciento de la población total de plantas por hectárea para las diferentes categorías de los factores que se indican:

<u>Factor</u>	Básica	Registrada	Certificada
Otras variedades	Ninguna	0.005 %	0.01 %
Otros cultivos	Ninguna	0.005 %	0.005 %
Enfermedades bacterianas	0.05%	0.059 %	0.1 %
Mosaicos (transmisibles por semilla)	Ninguna	0.025 %	0.05 %
Antracnosis	Ninguna	0.025 %	0.05 %
Total de enfermedades transmisibles por semillas.	0.05 %	0.075 %	0.15 %

Nota. Si la producción de semilla se realiza bajo temporal, las máximas tolerancias establecidas en el cultivo se reducirán a la mitad, considerando que la población de plantas será aproximadamente la mitad de la población bajo riego.

## Normas de semilla con vaina.

Factor	Básica	Registrada	Certificada
Semilla pura (mín)	---	96.0 %	96.0 %
Otras variedades (máx)	Ninguna	4 sem./kg.	10 sem./kg.
Otros cultivos (máx)	---	4 sem./kg.	6 sem./kg.
Materia inerte (máx)	---	4.0 %	4.0 %
Semillas dañadas (máx)	---	2.0 %	2.0 %
Malas hierbas (máx)	10 sem/kg	20 sem/kg	20 sem./kg
Hierbas nocivas (máx)	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Germinación (mín)	---	70.0 %	70.0 %

## Normas de semilla sin vaina.

Factor	Básica	Registrada	Certificada
Semilla pura	99.0 %	99.0 %	99.0 %
Otras variedades	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Otros cultivos	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Materia inerte	1.0 %	1.0 %	1.0 %
Semillas dañadas	2.0 %	2.0 %	2.0 %
Malas hierbas	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Hierbas nocivas	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Germinación	80.0 %	80.0 %	80.0 %

## 2.6 Calidad de semilla

La calidad de la semilla no es estática o fija, diversos trabajos han demostrado que a partir de la calidad potencial de un genotipo, es necesario aplicar eficientemente labores durante la producción, de lo cual depende la expresión de la calidad, de esta forma se puede obtener alta o baja calidad fisiológica en la semilla (Jugenheimer, 1981).

La calidad de semilla se logra atendiendo integralmente ciertas actividades en diferentes fases (Douglas, 1980):

1) En la fase de producción. Apropiaada fertilización y riegos al cultivo, suficiente insolación, tiempo de cosecha y cuidados en la cosecha.

2) Durante el secado. Secar la semilla con temperaturas correctas y tiempo adecuado.

3) Durante el procesamiento. Cuidado para aumentar el % de pureza de la semilla, proveer de un tratamiento adecuado a la semilla y ponerla en una envoltura o paquete adecuado y seguro.

4) Durante el almacenaje. Identificar adecuadamente el lote de semillas, las condiciones de almacenaje deben ser adecuados para evitar pérdidas en germinación.

5) Durante la distribución. Se debe tener cuidado en el transporte y almacenaje para evitar excesos de humedad o calor, prevenir contaminación y mantener la identidad de la semilla.

### 2.6.1 Indicadores que determinan la calidad de la semilla.

Vázquez (1989) cita a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) quien señala que las características que determinan la calidad de una semilla son: calidad genética, sanidad, pureza, contenido de malas hierbas, poder germinativo, contenido de humedad, peso de 1000 granos y peso por volumen. Además se consideran como factores de calidad al tamaño, forma y vigor (Perry, 1980; Diehl, 1988).

1) Identidad varietal y pureza. Diehl (1988) señala que la identidad varietal se refiere a que la semilla corresponda tanto a la especie como a la variedad que se desee adquirir. La pureza consiste en separar en grupos las semillas puras de la variedad de que se trate, las semillas de otras plantas, - las semillas de malas hierbas y las materias inertes que haya en la muestra.

2) Estado sanitario. La determinación del estado sanitario de la semilla en relación con las plagas y enfermedades que se transmiten por semilla. Diehl (1988) considera que las semillas de calidad deben estar libres de cualquier tipo de infección tanto externa como interna.

3) Contenido de humedad. El contenido de agua en la semilla es un factor importante ya que afecta directamente la calidad de conservación. El exceso de humedad ocasiona la actividad de algunos microorganismos, principalmente los hongos, que abundan bajo el estado de esporas en los tegumentos y tam bien las bacterias (Diehl, 1988).

4) Peso de 1000 semillas. Constituye no sólo una característica varietal sino que depende también de las condiciones que han prevalecido durante todo el período vegetativo del cultivo. El peso de 1000 semillas repercute en la densidad de siembra.

5) Peso volumétrico. Se expresa el peso en kg/hectólitro o el peso en libras de un búnel, revela en muchos casos un aspecto de calidad siempre que se aplique a especies y variedades bien estudiadas (Diehl, 1988).

6) tamaño. Una semilla grande posee un germen y un albumen mayor que las pequeñas, tiene más reservas y por tanto, germinará con más vigor, lo que representa una gran ventaja bajo condiciones difíciles en el campo. Por otra parte el caibrado de la semilla es hoy en día una exigencia para el empleo de maquinaria de siembra de precisión (Diehl, 1988).

7) Forma, color y olor. La forma es importante desde el punto de vista práctico dadas las exigencias modernas para la realización de la siembra practicada con maquinaria. El color para la semilla de algunas especies (crucíferas, gramíneas y leguminosas) está en relación con la edad y el estado sanitario, así como con el grado de humedad. El olor de muchas semillas es típico y permite una rápida clasificación, así como también determinados estados anormales como enmohecimiento, humedad en exceso etc. (Diehl, 1988).

8) Porcentaje de germinación. Se refiere al % de semilla capaz de germinar y dar origen a una nueva planta. El porcentaje mínimo que debe manifestarse en las semillas es de un

85.0 % (Diehl, 1988).

9) Vigor. El vigor de la semilla es la suma total de cualquier propiedad de la semilla que determine el nivel potencial de actividad y rendimiento de semilla o lote de semillas durante la germinación y la emergencia de plántula (ISTA citada por Perry, 1980).

## 2.7 Inoculación con Rhizobium phaseoli en frijol

El frijol al formar parte de la familia de las leguminosas, posee la propiedad en su sistema radical de ser infectada por las bacterias Rhizobium phaseoli, con las que establece una simbiosis, mediante la formación de nódulos; se argumenta además que existe un comportamiento diferente de las cepas de Rhizobium con las diferentes variedades de frijol, pudiendo no ser, las cepas nativas, las adecuadas para efectuar una simbiosis óptima al introducir variedades mejoradas de frijol en una región agrícola (Durán, 1986; Graham, 1981).

### 2.7.1 Factores relacionados a la inoculación.

a) Especificidad en la simbiosis. Es la asociación simbiótica entre leguminosas y bacterias del género Rhizobium - existe un marcado grado de especificidad entre la planta y la especie bacteriana (Velázquez, 1988). Alcalde, (1985) menciona que existen especificidades para los distintos tipos de leguminosas y las diferentes cepas y que ésta se da en cierta forma por el nivel de excreciones radiculares para la proliferación del Rhizobium específico. Además dicha especificidad de Rhizobium con la raíz esta dada por una relación antígeno-anticuer

po. Ortega (1985) encontró que al evaluar la especificidad de 6 cepas en 4 variedades de frijol en el valle de México, sólo la cepa 3 tuvo una asociación óptima con la variedad Canario.

Khalil-Gardezi et al. (1985) encontraron que dependiendo del hábito de crecimiento del cultivo es el patrón de aprovechamiento del nitrógeno: las variedades de hábito de crecimiento determinado (tipo I o arbustivo) presentan poca capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno, en tanto que las variedades de hábito de crecimiento determinado (tipo II o arbustivo con guías cortas) presentan una tendencia hacia un mejor aprovechamiento del nitrógeno atmosférico en relación con el nitrógeno de los fertilizantes; los hábitos de crecimiento indeterminado (tipo IIIa, IIIb, IIIc y IV o semitrepadores y trepadores) utilizan tanto el nitrógeno procedente de fertilizantes como el atmosférico.

b) pH del suelo. La reacción de suelo (pH) es de gran importancia, ya que no solo afecta la formación de nódulos sino que también influye en la cantidad de nitrógeno absorbido por la planta para su crecimiento normal (Vázquez, 1986).

A pH inferior a 6.0 los nódulos reducen su actividad o desaparecen rápidamente, a pH altos no se encontró que puede ocurrir con la nodulación, sin embargo, el pH mayor de 8.0 puede actuar indirectamente sobre ella provocando que algunos elementos esenciales se hagan menos asimilables, como Fe, Mn y Zn; mientras que la asimilación de Mo es mayor a pH altos.

c) Temperatura del suelo. Graham (1981) considera que la temperatura óptima del suelo para el proceso de nodulación y fijación de nitrógeno atmosférico es de 30°C.

La nodulación óptima de Vigna sinensis es a 27°C, mientras que Phaseolus vulgaris L. nodula entre 28 y 32 °C dependiendo de la variedad y la cepa (Graham, 1981). Avila (citado por Vázquez, 1986) menciona que la efectividad de las cepas varió cuando fueron sujetas a diferentes condiciones ambientales, las temperaturas altas afectaron negativamente todas las cepas.

d) Aireación. Debido a que la nitrificación es un proceso de oxidación, cualquier procedimiento que aumenta la aireación del suelo podrá favorecerlo hasta cierto punto (Brady, 1980).

e) Humedad del suelo. La infección está restringida en suelos secos debido a la ausencia de los pelos radiculares normales (Lie, 1981). Este mismo autor menciona que las raíces cortas y la aparición de pelos radiculares deformados, son inadecuados para la infección del Rhizobium. Para una buena simbiosis la capacidad de retención de agua por el suelo, es entre 60 y 70%; se ha demostrado que la lenta disecación abate la población de Rhizobium del suelo en una forma acelerada durante los primeros días hasta llegar a un valor constante, el cual es paralelo a la disecación del suelo (Alexander, 1980).

f) Contenido de nitrógeno en el suelo. El nitrógeno que hay en el suelo tiene efectos negativos sobre la asociación Rhizobium-leguminosa y puede intervenir en tres estadios: infección, crecimiento del nódulo y la fijación de nitrógeno. El bloqueo del proceso infectivo ha sido atribuido a varias causas, entre ellas inhibición de la síntesis de lecitina por la planta huésped (Dommergues et al. 1983). Exis



ten otras causas posibles: disminución de la concentración de leghemoglobina en el nódulo, senescencia precoz de éste, disminución de suministros de fotosintatos en lugar de dirigirse hacia los nódulos, son desviados hacia la asimilación por la planta (Rigaud citado por Vázquez, 1986).

Khachani (1981) menciona que la inoculación incrementó en un 51% la producción de materia seca, aunque la fertilización con 100 unidades de nitrógeno superó en producción al tratamiento inoculado. Además redujo la nodulación significativamente, algo similar reporta Sundstrom (1982) quien genera liza que altos niveles de fertilización nitrogenada reducen la masa nodular y la cantidad de nitrogenasa, pero inducen al<sub>os</sub> niveles de actividad de la nitrato reductasa.

g) Factores nutricionales. Cualquier deficiencia o exceso de elementos nutritivos que afecte a la planta, afectará también la fijación simbiótica del nitrógeno (Stewart, 1981).

Los elementos necesarios en la planta hospedera para la fijación simbiótica son: Fósforo, Potasio, Calcio y Azufre; y el Fósforo, Calcio y Molibdeno para la nodulación y fijación de nitrógeno por Rhizobium. La escases de estos elementos esenciales contribuye a la ausencia o presencia de un reducido número de Rhizobium en el suelo (Allen, 1980).

#### 2.7.2 Respuesta del frijol a la inoculación con Rhizobium phaseoli.

Durán (1985) reporta incrementos de producción de materia seca de 21.6 a 34.3% sobre el testigo sin inocular.

El C.I.A.T. (1980) indica que es posible obtener incrementos del rendimiento de grano de un 50% debido a la inoculación con Rhizobium phaseoli. Incrementos en materia seca se lograron al inocular frijol con una mezcla de cepas de Rhizobium phaseoli, aunque solo se alcanzaron rendimientos similares al tratamiento con la fertilización nitrogenada (Khachani, 1981). López et al. (1985) afirman que existe una relación positiva entre la inoculación y el rendimiento de grano. Taylor et al. (1983) por su parte mencionan que la inoculación duplicó los rendimientos de grano de frijol al usar dos cepas de Rhizobium phaseoli sobresalientes. Resultados similares fueron obtenidos por Galomo et al. (1980) quienes afirman que la inoculación incremento el rendimiento aún sin la fertilización al suelo con nitrógeno y fósforo.

Bajo condiciones adversas de suelo (con alta fijación de P y Mo) para que exista una respuesta natural o inducida a la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico, es necesario el abastecimiento adecuado de estos nutrientes (Floor, 1982). Quien menciona la importancia que tiene la fertilización fosfatada para una buena nodulación, los que conjuntamente incrementaron en un 77% el peso seco. Suryanarayana et al. (1981) encontraron que la inoculación incrementó significativamente el rendimiento de grano de frijol.

Mejía (1983) señala que el  $N_2$  atmosférico fijado a través de la simbiosis desempeña una función más directa y más eficiente, que la del nitrógeno mineral suministrado por medio de la fertilización química y que dicho fertilizante no incrementa considerablemente la concentración de  $N_t$  total en

la lámina foliar.

Fuentes (1981) observó que responden a la inoculación - los genotipos cacahuata 72, Mich 12-A-3 y Flor de mayo (X-16441). En algunos casos se incrementaron los valores de ciertos componentes del rendimiento y además su respuesta varía - entre cepa y variedad.

Cuatle et al. (1981) afirman que para obtener éxito con la inoculación es necesario incorporar una cantidad muy elevada (aproximadamente  $10^8$  bacterias por semilla) para que puedan competir con la alta población nativa de Rhizobium phaseoli - del suelo estudiado.

Durán (1986) señala en su revisión de literatura que - para que exista una respuesta positiva de la inoculación con Rhizobium phaseoli en frijol deben existir condiciones como - las siguientes: a) Que exista una alta compatibilidad entre - la cepa de Rhizobium phaseoli y la variedad de frijol; b) Que de preferencia la variedad, sea de un hábito de crecimiento - semitrepador o trepador; c) Que la carga de bacterias cultivadas por semilla sea suficiente y con alta capacidad competitiva comprobada, para no ser opacada, por la acción de cepas nativas del suelo; d) Que los mejores resultados se esperan en suelos de baja fertilidad, sobre todo con un bajo contenido - de nitrógeno disponible; e) Que para la decisión de inocular frijol, debe considerarse si el cultivo ha sido sembrado en - forma regular, o tradicional durante varios ciclos anteriores de ser así no se sugiere esta práctica, ya que las cepas nativas están mejor adaptadas a las condiciones edafoclimáticas - que las introducidas; f) Que la inoculación tiene buenos resul

tados, cuando ésta se combina con una fertilización, a la siembra con bajas dosis de nitrógeno (10 a 36 kg/ha), ya que si se considera que el suelo proporciona un bajo suministro de  $N_2$  a la planta, ésta requiere dicho nitrógeno tanto para su consumo, como para el suministro para el desarrollo de Rhizobium, a esta práctica se la denomina "fertilización inicial en leguminosas"; g) Que además de la fertilización nitrogenada, la aplicación de fósforo es importante sobre todo en suelos ácidos, que presentan fijación de este elemento en los coloides del suelo, haciéndolo poco disponible, de hecho el pH ácido del suelo es una condición adversa para la vida del Rhizobium.

## 2.8 Fertilización edáfica en frijol

Es ampliamente conocida la importancia de N, P, K, y demás nutrientes en el desarrollo de las plantas, por lo que comúnmente se realizan estudios con éstos através de aplicaciones edáficas y foliares para entender mejor su efecto en el suelo y en las plantas (Cardona, 1938).

El frijol a pesar de ser una leguminosa con características favorables en cuanto a la fijación de nitrógeno atmosférico através de la simbiosis, ésta es insuficiente para obtener altos rendimientos. Por tal motivo la fertilización con N, P, K, y demás nutrientes es necesaria a dosis mayores para elevar la producción de grano (Posypanov citado por Durán, 1936).

### 2.8.1 Absorción de nutrientes por la raíz.

Las plantas absorben la mayor parte de los nutrientes -

por la raíz en forma de iones, se inicia con la adsorción por los coloides del pectato de calcio de la pared celular y después por el citoplasma, posteriormente la absorción es transferida a través del protoplasma a la savia celular (Durón, - 1987).

Muchos de los nutrientes están en forma de sales solubles, no obstante, cuando su concentración en el suelo rebasa los límites, se forma una barrera para el desarrollo de ciertas plantas. El aumento del contenido de sal del suelo, incrementa la presión osmótica de la solución del suelo (León, 1984)

#### 2.8.1 Crecimiento y absorción de nutrientes.

Oliker et al. (1980). mencionan que la máxima absorción de los nutrientes N, K, y Ca fue antes de los 50 días; para el Mg y S a los 70 y 60 días respectivamente; posteriormente disminuye la intensidad de absorción de estos nutrientes; el P fue absorbido durante todo el ciclo. Molina (1980) reporta que los nutrientes N, K y Ca, fueron los que se absorbieron en mayor proporción por los dos genotipos de frijol estudiados y de diferente ciclo vegetativo. En términos generales todos los nutrientes se acumularon en mayor porcentaje en las hojas, luego se transportaron al grano. Concluye el autor que el genotipo más precóz fue más eficiente para la acumulación de los nutrimentos absorbidos.

La época de aplicación es importante sobre todo cuando la aplicación es al suelo, ya que sobre ella influyen la fuente del fertilizante, el suelo y el contenido de humedad aprovechable. Newton et al. (1982). indican que al aplicar 100 kg de N/ha a la siembra, aumentaron los rendimientos de grano en

un 70% por  $m^2$ ; existiendo una correlación positiva entre el rendimiento y la concentración de nitrógeno en grano.

Midam et al. (1980) aseveran que la absorción de nitrógeno, disminuyó de los 50 a 60 días, después de la siembra, además mencionan que la eficiencia de la utilización de nitrógeno no decreció con la aplicación de 100 kg de nitrógeno y la de fósforo, se incrementó con la adición de fósforo.

### 2.8.3 Respuesta del frijol a la fertilización edáfica

Sharman (citado por Durán, 1986) quien aplicó 60-40-00 ó 60-60-00 obtuvo los mayores rendimientos. Robles (citado por Cuautle et al. 1981) encontró que la fertilización del frijol con 40-80-20, más Molycofix (10.63% Mo, 1.22% Co y 0.20% Fe) produjo un rendimiento de 1,731.3 kg/ha y el tratamiento que llevó la misma dosis más inoculante (Nitragin), produjo sólo 450.8 kg/ha. Chipman (citado por Howeler, 1980) señala que el cultivo de frijol no presentó altos requerimientos de fertilizante al estudiar niveles de N, 20.2 ó 40.4 kg/ha; de P, 35.5 ó 70.4 kg/ha y de K, 33.5 ó 67.0 kg/ha. Los mayores incrementos en rendimiento de grano por la fertilización fueron 51.6% con la aplicación de sólo 40 kg/ha de N, y el aumento ocasionado por la fertilización fosfatada fue de 47.7%.

Guedez (citado por Howeler, 1980) señala que al adicionar una mezcla de micronutrientes al tratamiento completo (NPK) aumentó la producción de peso seco de frijol en 10.3%.

Taylor et al. (1983) reportan que al fertilizar con dosis de 60 a 100 kg/ha de N se incrementaron los rendimientos de

grano de 15.4 a 33.0% sobre los testigos sin aplicación, al efectuar aplicaciones de dosis nitrogenadas, más elevadas como 120 a 130 kg/ha, son reportados incrementos en el rendimiento de grano desde un 12.0 a 75.76% respecto al testigo.

Sameni et al. (1980) reportan que la aplicación de N y Mo a dosis de 30 a 60 kg/ha y 0 a 14.5 gr/ha, respectivamente tuvieron efectos significativos sobre el rendimiento de grano número de nódulos y peso de 100 semillas, pero el número de vainas por planta no fue afectado.

## 2.9 Fertilización foliar en frijol

La fertilización foliar es una práctica agronómica de simple aplicación, la cual no ha sido plenamente aprovechada para el abastecimiento de nutrientes via follaje de los cultivos (Durán, 1986).

Actualmente la fertilización foliar esta siendo utilizada no solamente en aquellos casos donde la disponibilidad de nutrientes del suelo es un problema; sino también por que se ha comprobado que es el medio más rápido para que la planta utilice los nutrientes. Este es el medio más eficaz y constituye una técnica apropiada como suplemento en las aplicaciones al suelo de la mayor parte de los nutrientes (Tisdale y Nelson, 1985).

### 2.9.1 Absorción de nutrientes via follaje

El fenómeno de la absorción foliar ha sido comprobado por medio de radioisótopos trazadores, poniendo de manifiesto

que la hoja no tiene la estructura impermeable que se creía. La lámina foliar está capacitada para absorber sustancias minerales por el haz y por el envés de la misma, asimismo por tallos, ramas, yemas, flores y frutos (García, 1982).

La principal etapa en el proceso de absorción es el paso de nutrientes a través de la plasmalema. En las hojas éste - proceso es más activo debido a las características propias de éstas. La proporción de absorción de la plasmalema también - está influenciada por la cutícula y el material de la pared celular. En la superficie foliar es más factible mejorar la absorción a través del incremento de la permeabilidad celular que se consigue con una mayor concentración de  $H^+$  en las solu ciones foliares (pH 4.5). En el suelo este pH ocasionaría pro blemas de disponibilidad de nutrientes (Mengel y Kirkby, 1982)

### 2.9.2 Factores reelevantes en la fertilización foliar

Boynton (citado por Durón, 1987) describe a la fertilizaci ón foliar como un proceso complejo, donde actúan factores - climáticos y algunas propiedades específicas de los compues- tos aplicados.

La absorción y el transporte de la solución nutritiva es directa por la concentración de la propia solución fertilizado ra (factores físicos y químicos) y la especie vegetal de - que se trate (características de la cutícula); la humedad rela tiva, la temperatura y la disponibilidad de agua en el suelo (García, 1982).



### 2.9.2.1 Factores relacionados a la solución

a) pH de la solución: Influye en la absorción por las - hojas, así el P penetra más fácil cuando la solución es ácida mientras que el  $K^+$  requiere reacción alcalina (García, 1982).

b) Ion acarreador: Se ha observado en frijol que cuando el fertilizante foliar de fósforo contiene  $NH_4$  se obtiene la mayor absorción del fósforo.

c) Concentración: La acumulación de sales en la super - ficie de la hoja, llega a producir quemaduras, ésto puede evi - tarse utilizando soluciones en concentraciones bajas (Mengel y Kirkby, 1982). Velázquez et al. (1981) determinaron que al emplear  $NH_4NO_3$  la mejor concentración fue de 0.5% para ferti - lizar foliarmente el frijol.

d) Surfactantes: Los surfactantes tienen la capacidad de reducir la tensión superficial cuando se disuelven en agua o en soluciones acuosas aumentando la superficie activa de las moléculas.

El mecanismo de acción radica en que éstos tienen una - parte lipófila y otra hidrófila por lo que tienen la propie - dad de orientar moléculas de distintos caracteres (Cardona, 1988).

### 2.9.2.2 Factores relacionados al clima

a) Humedad del suelo: En frijol se han obtenido incremen - tos en rendimiento de 9% en la estación seca mientras que en la húmeda fue de 28% (Malavolta, 1986). Escamilla (citado por Durán, 1986) reporta que al abastecer constantemente de agua

por subirrigación, observó incrementos de rendimiento en grano en frijol por la fertilización foliar del orden de 50 a 80% sobre el testigo sin aspersión foliar.

b) Horario de aplicación: Chonay et al. (1983) aplicaron entre 6 y 8 hrs del día la fertilización foliar de nitrógeno en frijol, encontrando que la mejor hora de aplicación es a las 6 hrs del día.

Cardona (1988) cita a Steward quien señala que hay factores en las hojas que asociados con las fluctuaciones del día pueden hacer variar la absorción; así por ejemplo, con urea se ha encontrado que la absorción es de 3 a 10 veces mayor en la noche que en el día y 3 veces mayor en la mañana que en la tarde.

c) Fuente de nutrientes: Velázquez et al. (1981) encontraron que al usar una u otra fuente de nitrógeno los resultados variaron marcadamente, ya que al usar  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  y  $\text{KNO}_3$  se incrementaron los rendimientos de frijol en 170 y 140% respectivamente, mientras que al usar urea el incremento sólo fue de 95%.

En el caso de fósforo, Hanway y Olson (1980) señalan que una mayor cantidad puede ser aplicada efectivamente como aspersión foliar, cuando se usa un polyfosfato que un orthofosfato.

d) Número de aplicaciones: Giskin et al. (1984) señalan que se han hecho hasta 7 aplicaciones foliares de NPK más  $\text{CaCl}_2$  en frijol consiguiendo reducir en un 25% la fertilización al suelo sin afectar el rendimiento.

El número de aplicaciones de fertilizante foliar nitroge

nado en frijol depende de la cantidad de  $\text{kg/ha}$  de nitrógeno que se requiera aplicar para obtener la mejor respuesta e incrementar el rendimiento de grano. Por ejemplo Durán et al. (1985) hicieron 2 aspersiones para aplicar  $10 \text{ kg/ha}$  de nitrógeno., Chonay et al. (1983) reportan que con 4 aplicaciones se adicionó  $30 \text{ kg/ha}$  de nitrógeno. Neumann (citado por Durán, 1986) detectó que con más de 2 aplicaciones foliares con NPKS se obtuvieron efectos negativos sobre los rendimientos de grano en frijol. Kraus (1986) reporta estudios en cultivos tropicales donde encontró que para obtener un 15% de incremento en el rendimiento con aspersiones foliares no se debe aplicar a intervalos menores de 10 días ni mayores de 15 y que el número de aplicaciones debe ser de 3 a 5 durante el desarrollo de la planta.

e) Humedad relativa: La humedad atmosférica del orden de 60 - 70% favorece la absorción de nutrientes. La apertura de los estomas está en relación directa con el aire, un exceso de humedad puede arrastrar parte o el total de los nutrientes aplicados en la solución foliar, debido al aumento de rocío que se desprende de las hojas. En el caso contrario, disminuye la absorción porque se reduce la apertura de los estomas (Durón, 1987).

### 2.9.2.3 Factores relacionados a la planta

a) Época fenológica de aplicación: Las mejores épocas de aplicación en frijol son en el periodo vegetativo o floración (Velázquez et al. 1981), por otro lado Chonay (1981) encontró

que la aplicación en el período de llenado de grano fue superior que antes de la floración. Hernández (citado por Durán, 1986) encontró que al fertilizar foliarmente con NPKS durante la época de formación de la semilla es más eficaz para aumentar el rendimiento de grano de frijol, que las aplicaciones al suelo. Neumann *et al.* (citado por Chonay, 1981) encontraron que al realizar la fertilización foliar con NPKS durante la época de llenado de vainas, se obtuvieron los mayores rendimientos de grano.

b) Edad de las hojas y de la planta; La absorción y velocidad de la misma es mayor en las hojas y tejidos jóvenes; varía con la especie vegetal y clase de elemento químico aplicado. Para la urea, cuando mayor sea la velocidad de asimilación la concentración acuosa tolerada por la planta debe ser menor para evitar efectos de toxicidad (García, 1982). Giskin y Eiron (1986) señalan que en el maíz las aplicaciones foliares de NPKS en el estado vegetativo de 4 ó 5 hojas incrementó significativamente los contenidos de N y P en la planta.

### 2.9.3 Respuesta del frijol a la fertilización foliar

Corella (1982) obtuvo incrementos de 14% en el rendimiento de grano al aplicar foliarmente la fórmula 8-8-6, aunque dicho aumento no fue estadísticamente significativo, respecto a los tratamientos sin aplicación foliar. Aplicando dosis más elevadas de macronutrientes Escamilla (citado por Corella, 1982) quien aplicó 80-11-32-5 kg/ha de NPKS respectivamente obtuvo aumentos en rendimiento de grano de 50 y 80% respecto a los tratamientos sin aplicación foliar.

Bulisani et al. (citado por Rosalem, 1983) encontraron que con la aplicación foliar de 10-20-10, el contenido de nutrientes en las hojas de frijol no se vió afectado; sin embargo, los rendimientos de grano aumentaron en 35% .

Rosalem et al. (1983) obtuvieron incrementos de rendimiento de grano, al aplicar foliarmente NPKs como complemento a fertilización al suelo de 30-80-30, dichos incrementos fueron de 26%. Machado et al. (1982) señalan que al fertilizar foliarmente con 32 kg/ha de nitrógeno como complemento a una fertilización al suelo de 30-80-30, el cultivo tuvo un aumento en el rendimiento de 18 a 39%, respecto a las plantas sin aspersiones foliares.

Brouner et al. (citado por Durán, 1986) indican que aplicando foliarmente  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  en dosis de 1 kg/100 litros de agua mostró el mayor incremento en producción, de 73% sobre el testigo sin aplicación foliar.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Características del sitio experimental

El experimento se realizó en el Campo Experimental "Valle de México" (CEVAMEX) del CIFAP-MEX. El cual presenta las características siguientes:

- a) Coordenadas: 19° 29' L. N. y 98° 33' L. W.
- b) Clima: C(Wo)(W)b(i')g. Cuya descripción corresponde a templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano, con oscilación térmica entre 5 y 7 °C, el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.
- c) Altitud: 2,240 m.s.n.m.
- d) Temperatura media anual: 16 °C.
- e) Precipitación media anual: 580 mm
- f) Suelo: Presenta una textura arcillo-limosa; con pH de 6.8; el contenido de materia orgánica es regular; con mediano contenido de Nitrógeno; es rico en Fósforo asimilable y su contenido de Potasio, Calcio y Magnesio intercambiables es rico; no presenta problemas de sales solubles ni de carbonatos alcalinoterreos (Muestras analizadas).

#### 3.2 Material genético

La semilla utilizada fue proporcionada por la red de tecnología de semilla del CIFAP-MEX. este material es parte de los incrementos de semilla de categoría básica que dicha red realizó en el ciclo primavera-verano de 1988. Las características de

de las variedades utilizadas se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1 Características de las variedades utilizadas en el experimento de producción y calidad de semilla de variedades mejoradas de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Variedad	Crecimiento		Días a floración	Días a madurez fisiológica
	Tipo	Hábito		
Flor de Durazno-90	Mata	I	48	100
Flor de Mayo RMC	Semiguía	III	55	115
Negro Perla-90	Mata	I	48	100
Bayo Mecentral	Semiguía	III	55	115
Bayomex	Mata	I	50	105
Negro Puebla	Guía	IV	60	120

Hábito I. Crecimiento determinado arbustivo

" II. " " " con guías cortas

" III. " indeterminado semitrepador

" IV. " " trepador

Fuente: Programa de mejoramiento genético de frijol del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de México (CIFAP-MEX). (M.C. Albino Campos Escudero).

### 3.3 Tratamientos utilizados:

1. 40-40-40 (al momento de la siembra)
2. 00-40-00 + Inoculante ("RHIZOBIOL" 2kg/ha) en la siembra
3. Fert. foliar ("NUFOL-F" 4 y 3 kg/ha a los 12 y 42 días de emergido el cultivo) + Inoculante (RHIZOBIOL 2kg/ha al momento de la siembra).
4. Testigo (sin fertilizante y sin inocular).

### 3.4 Diseño experimental

El diseño utilizado fue bloques al azar, con tres repeticiones.

6 materiales x 4 tratamientos de fertilización = 24 tratamientos x 3 repeticiones = 72 unidades experimentales.

La unidad experimental constó de 4 surcos de 6 metros de largo, la parcela útil fue de 2 surcos centrales de 5 metros, la separación de surcos fue de 80 cm y 12 cm entre plantas.

### 3.5 Aspectos agronómicos

#### 3.5.1 Siembra.

El experimento se estableció el 13 de junio de 1989.

#### 3.5.2 Inoculación.

Se empleó la bacteria Rhizobium phaseoli en su presentación comercial de "RHIZOBIOL" a razón de 2 kg/ha al momento de la siembra conforme a los tratamientos.

#### 3.5.3 Fertilización.

Se utilizó urea, superfosfato triple y cloruro de potasio; todo el fertilizante aplicado al suelo fue al momento de la siembra. El fertilizante foliar empleado fue "NUFOL-F" que contiene 20-40-10-20-10% de N, P, K, micronutrientes y formadores de proteínas respectivamente; aplicándose a los 12 y 42 días de emergido el cultivo a razón de 4 y 3 kg/ha respectivamente, adicionando 600 gr de Penfol como surfactante en cada aplicación.

#### 3.5.4 Riego.

Se dió un riego de auxilio en preemergencia.

#### 3.5.5 Control de maleza.

Se aplicó en preemergencia Dual a razón de 2 lt/ha, y en



postemergencia Bassagran a dosis de 2 lt/ha.

### 3.5.6 Escardas.

Se efectuaron escardas a los 19 y 26 días de emergido el cultivo.

### 3.5.7 Control de plagas y enfermedades.

Para controlar la conchuela (Epilechna varivestis), el chapulín (Melanoplus sp), la mosquita blanca (Trialeurodes vaporarum) y el picudo del ejote (Apión godmani) se hicieron 2 aplicaciones de Lannate a razón de 400 gr/ha.

Para prevenir la roya (Uromices phaseoli), la antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum) y el tizón de halo (Pseudomonas phaseolicola) se aplicó Cupravit a dosis de 400 gr/ha y Azoxi-  
cin 500 a razón de 400 gr/ha.

### 3.5.8 Cosecha.

Se realizó conforme cada una de las variedades llegó a su madurez fisiológica.

## 3.6 Parámetros cuantificados

### 3.6.1 Número de nódulos efectivos.

Se contó el número de nódulos efectivos de 5 plantas por unidad experimental cuando el cultivo tenía un 50% de floración

### 3.6.2 Peso seco de raíz y parte aérea.

De las 5 plantas anteriores se separó la raíz y parte aérea y se procedió a secarlas en una estufa a 75 °C y se pesaron.

### 3.6.3 Altura de planta.

Se midieron 5 plantas por parcela útil cuando el cultivo tenía un 100% de floración.

#### 3.6.4 Vainas por planta.

Se sacó un promedio de 5 plantas por parcela útil.

#### 3.6.5 Longitud de vaina.

Se midieron 10 vainas de 5 plantas por parcela útil.

#### 3.6.6 Semillas por vaina.

Se contó el número de semillas por vaina de 5 plantas por parcela sacando un promedio.

#### 3.6.7 Rendimiento de semilla.

Se pesó el total de semilla de cada parcela útil y se hizo la conversión a rendimiento por hectárea.

#### 3.6.8 Peso de 200 semillas.

Se hizo pasar la semilla por un mezclador para posteriormente contar 200 semillas y pesarlas.

#### 3.6.9 Peso volumétrico.

Después de pasar la semilla por un mezclador se pesó en una báscula hectolítrica.

#### 3.6.10 % de semilla dañada.

Se separó la semilla que se encontró con daños mecánicos, que fue atacada por insectos o que presentó daños evidentes de alguna enfermedad.

#### 3.6.11 % de humedad en semilla.

Se tomó una muestra de 250 grs los cuales se colocaron en un determinador de humedad tipo Steinlite.

#### 3.6.12 % de mezclas.

Se hizo una separación visual de la semilla fuera de tipo en base al color y forma para pesarse y sacar su porcentaje.

#### 3.6.13 % de materia inerte.

Se separó las fracciones de semilla que resultaron menores

a la mitad de su tamaño original y se pesaron para posteriormente sacar su porcentaje.

#### 3.6.14 % de semilla grande, mediana y chica.

Después de pasar la semilla por un mezclador se tomó una muestra la cual se hizo pasar por cribas de 8, 7.5 y 5 mm de diámetro, para determinar su porcentaje de cada tamaño.

#### 3.6.15 % de germinación.

De los tamaños anteriores se tomaron 100 semillas del tamaño medio para ponerlas a germinar en invernadero y determinar su porcentaje en base al número de plántulas normales.

#### 3.6.16 Vigor.

Se determinó en base a la tasa de crecimiento, es decir se cuantificó la materia seca producida por las 100 semillas que se pusieron a germinar, determinándose a los 18 días de sembradas.

### 3.7 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza factorial correspondiente al método de bloques al azar; realizándose la separación de medias con la prueba de Tukey para determinar las diferencias entre los tratamientos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Rendimiento de semilla.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado (Cuadro - 9A) se encontraron efectos significativos de los tratamientos - sólo entre genotipos y bloques, no detectandose significancia estadística dentro de los genotipos, de acuerdo con la prueba - de Tukey se definió que el genotipo con el más alto rendimiento de semilla fue Bayo Mecentral con 3.4 ton/ha bajo el tratamiento 00-40-00+inoculante, difiriendo significativamente de por lo menos 1.5 ton/ha de los genotipos Flor de Durazno-90 bajo los - tratamientos 40-40-40, 00-40-00+inoc.; del testigo de Bayomex y de Flor de Mayo RMC bajo su tratamiento 00-40-00+inoc.; además difiere de forma muy marcada del genotipo Negro Perla-90 bajo - el tratamiento 40-40-40 del orden de 2.0 ton/ha; esta última va- riedad bajo el mismo tratamiento presenta el más bajo rendimien- to difiriendo significativamente de todos los tratamientos de Bayo Mecentral y de los tratamientos 40-40-40 y fert. foliar + inoc. de la Negro Puebla (Cuadro 2) estas dos últimas variedades presentan los más altos rendimientos de semilla.

Las variedades Negro Perla-90, Flor de Durazno-90 y Negro Puebla incrementan sus rendimientos con la fertilización foliar + inoc. en un 64, 38, y 3% respectivamente sobre el tratamiento 40-40-40 (Fig. 1); las variedades Flor de Mayo RMC y Bayomex su mejor respuesta es al tratamiento 40-40-40 (Cuadro 2, Fig. 1).

Cuadro 2 Medias de rendimiento de semilla (ton/ha) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	1.8 bc	2.4 abc	1.4 c	3.1 ab	2.4 abc	3.0 ab
00-40-00 + Inoc.	1.9 bc	1.8 bc	2.0 abc	3.4 a	2.3 abc	2.4 abc
F. foliar + Inoc.	2.5 abc	2.1 abc	2.3 abc	2.9 ab	2.2 abc	3.1 ab
Testigo	2.4 abc	2.4 abc	2.3 abc	3.1 ab	1.8 bc	2.3 abc

Los rendimientos con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

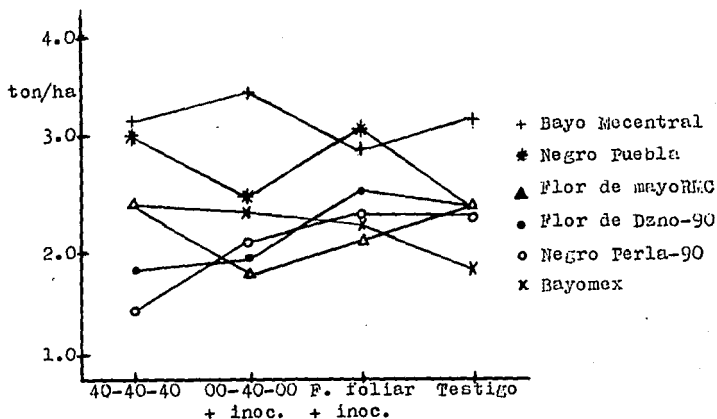


Figura 1 Medias de rendimiento de semilla de variedades mejoradas de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

#### 4.2 Peso de 200 semillas

Los datos obtenidos en el análisis de varianza (Cuadro 10.) muestra una alta significancia entre los genotipos y bloques, - no siendo significativas las fertilizaciones ni la interacción genotipos x fertilizaciones, de acuerdo con la prueba de Tukey (Cuadro 3) se tiene que la variedad Flor de Durazno-90 presenta el mayor peso de 200 semillas difiriendo significativamente de las 5 variedades que se evaluaron con ella; el genotipo Bayomex difiere de las variedades Negro Perla-90 y Flor de Mayo RMC, - además difiere de los tratamientos 00-40-00+inoc. y testigo de Bayo Mecentral; la variedad Negro Puebla difiere de los genotipos Negro Perla-90 y flor de Mayo RMC; la variedad Bayo Mecentral difiere de la Negro Perla-90 y con sus tratamientos 40-40-40, f. foliar+inoc., de la variedad Flor de Mayo RMC, esta última difiere de los tratamientos 40-40-40, 00-40-00+inoc. y testigo de la Negro Perla-90 quien presentó los valores más bajos; - las variedades Bayo Mecentral, Bayomex, Negro Puebla y Flor de Mayo RMC tienen valores intermedios (Fig.2).

#### 5.3 Peso volumétrico

El ANOVA muestra significancia estadística entre genotipos (Cuadro 11A), de acuerdo con la prueba de Tukey, la variedad Bayo Mecentral tiene el mayor peso volumétrico, difiriendo significativamente de las variedades Flor de Durazno-90 y Flor de Mayo RMC, además difiere del testigo de Bayomex; las variedades Negro Perla-90, Bayomex, y Negro Puebla difieren de las variedades Flor de Dno.-90 y Flor de M. RMC estas últimas presentan valores bajos (Cuadro 4, Fig. 3).

Cuadro 3 Medias del peso de 200 semillas (gr) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	91.8 a	55.4 efg	41.3 i	60.8 cd	77.5 bc	69.1 bcd
00-40-00 + inoc.	94.2 a	52.9 gh	42.3 hi	66.3 de	77.9 b	68.1 cd
F. foliar + inoc.	97.1 a	54.7 fg	44.4 ghi	67.9 cd	74.8 bcd	68.1 cd
Testigo	93.5 a	54.9 gh	37.0 i	65.0 def	77.8 bc	69.0 bcd

Los resultados con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

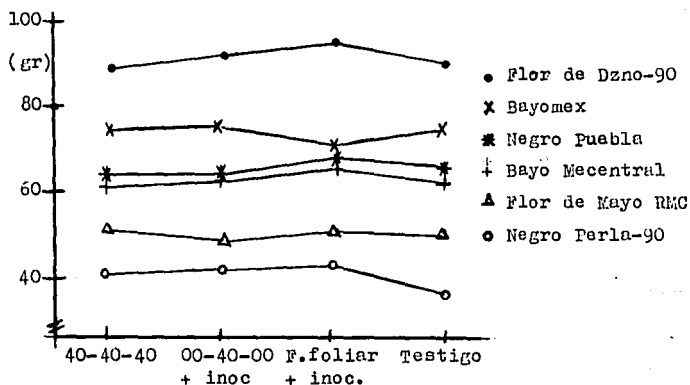


Figura 2 Medias del peso de 200 semillas de variedades mejoradas de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Cuadro 4 Medias del peso volumétrico (gr) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	807.5 c	830.3 c	883.2 ab	890.0 a	864.1 ab	880.1 ab
00-40-00 + inoc.	807.5 c	832.2 c	883.0 ab	890.6 a	872.5 ab	876.3 ab
F. foliar + inoc.	807.6 c	828.5 c	871.0 ab	884.6 ab	866.6 ab	882.6 ab
Testigo	818.0 c	824.9 c	880.3 ab	890.0 a	860.6 b	882.6 ab

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

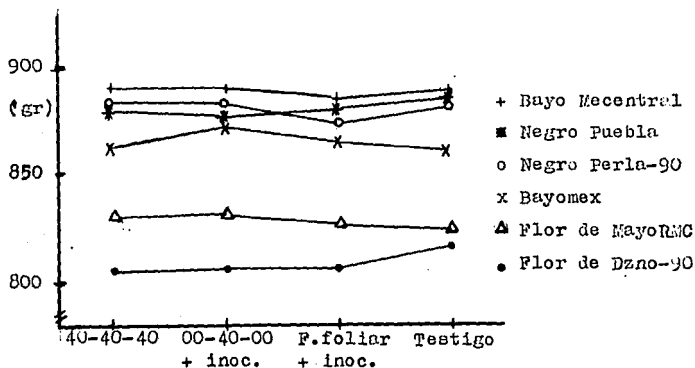


Figura 3 Medias del peso volumétrico de variedades mejoradas de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.



#### 4.4 % de semilla grande, mediana y chica.

En semilla grande se registra una alta significancia en el ANDVA entre genotipos y bloques (Cuadro 13aA) no existiendo entre fertilizaciones ni en las interacciones y de acuerdo con la prueba de Tukey (Cuadro 5a) se tiene que el genotipo Flor de Durazno-90 muestra una alta significancia estadística con todos los genotipos evaluados, tiene un porcentaje superior al 95%; el genotipo Bayomex difiere de los genotipos Negro Perla-90 y Flor de Mayo RMC, además con el tratamiento 40-40-40 de los genotipos Bayo Mecentral y Negro Puebla en sus tratamientos 40-40-40, 00-40-00+Inoc. y testigo; la variedad Negro Perla-90 presentó el más bajo porcentaje de semilla grande.

En el porcentaje de semilla mediana el ANDVA muestra significancia estadística entre genotipos y bloques (Cuadro 13bA) y de acuerdo con la prueba de Tukey (Cuadro 5b) se tiene que las variedades Flor de Mayo RMC, Bayo Mecentral y Negro Puebla presentan los valores más altos; la variedad Bayomex presenta valores intermedios; las variedades Flor de Durazno-90 y Negro Perla-90 tienen los valores más bajos.

En el porcentaje de semilla chica el análisis de varianzas presenta significancia estadística entre los genotipos (Cuadro 13cA) y de acuerdo con la separación de medias con la prueba de Tukey se observa que el genotipo Negro Perla-90 presenta el más alto porcentaje, siendo estadísticamente diferente de los demás genotipos evaluados, la variedad con el más bajo valor fue Flor de Durazno-90 (Cuadro 5c).

Cuadro 5a Medias del porcentaje de semilla grande de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Bayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	89.6	17.0	0.0	28.0	58.0	30.6
	a	igh	h	ef	b	def
00-40-00	95.6	16.6	0.3	27.6	55.6	24.0
+ Inoc.	h igh	igh	h	ef	bc	efg
F. foliar	98.0	16.3	0.0	29.6	52.3	33.6
+ inoc.	a	igh	h	def	bcd	cdef
Testigo	97.0	11.3	0.6	24.0	44.3	21.0
	a	igh	gh	efg	bcd	efgh

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

Cuadro 5b Medias del porcentaje de semilla mediana de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Bayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	10.3	60.0	2.0	59.3	33.3	56.6
	e ab	ab	e	ab	d	abc
00-40-00	4.3	56.3	5.6	59.0	34.3	55.3
+ inoc.	e	abc	e	ab	d	abc
F. foliar	2.0	56.0	16.3	57.6	39.6	54.3
+ inoc.	e	abc	e	ab	cd	abc
Testigo	2.3	52.0	8.3	61.0	43.6	60.6
	e	abc	e	a	bcd	a

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

Cuadro 5c Medias del porcentaje de semilla chica de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex Negro	Negro Puebla
40-40-40	0.0	23.0	98.0	12.6	5.3	13.3
	f	bcd	a	cdef	def	cdef
00-40-00	0.0	27.0	94.0	13.3	12.6	20.6
+ inoc.	f	bc	a	cdef	cdef	bcd
F. foliar	0.0	27.6	83.6	12.6	8.0	12.0
+ inoc.	f	bc	a	cdef	def	cdef
Testigo	0.7	34.6	91.0	15.0	12.0	18.3
	ef	b	a	cdef	cdef	bcde

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

#### 5.5 % de germinación

En esta variable no se encontró significancia estadística en el ANOVA (Cuadro 14a), y por lo tanto al realizar la prueba de Tukey no se encontró diferencia estadística alguna, resultando todas las variedades con porcentajes iguales o superiores al 90% de germinación (Cuadro 6).

Cuadro 6 Medias del porcentaje de germinación de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex Negro	Negro Puebla
40-40-40	92.0	96.0	90.0	90.0	90.0	96.0
	a	a	a	a	a	a
00-40-00	90.0	90.0	90.0	96.0	90.0	90.0
+ inoc.	a	a	a	a	a	a
F. foliar	90.0	96.0	93.0	91.0	90.0	99.0
+ inoc.	a	a	a	a	a	a
Testigo	90.0	90.0	90.0	91.0	92.0	93.0
	f	a	a	a	a	a

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

#### 4.6 Vigor

El ANDEVA mostró significancia estadística entre tratamientos, bloques y variedades (Cuadro 15A) y de acuerdo con la prueba de Tukey se detectó que la variedad Flor de Durazno-90, presentó el más alto vigor, resultando ser estadísticamente diferente de los tratamientos 40-40-40, 00-40-00 + Inoc. y testigo de la variedad Flor de Mayo RMC, así como de todos los tratamientos de la Negro Perla-90, estas dos últimas presentaron los valores más bajos (Cuadro 7; Fig. 5). La variedad Bayomex con el tratamiento 00-40-00 + Inoc. fue diferente del mismo tratamiento de Flor de Mayo RMC y de todos los tratamientos de la Negro Perla-90; además con la fert. foliar + inoc. es diferente de los tratamientos 40-40-40 y 00-40-00 + inoc. de la Negro Perla-90 y con el tratamiento 40-40-40 resultó ser diferente de todos los tratamientos de esta última variedad. La Negro Puebla y Bayo Mecentral presentaron valores intermedios no mostrando significancia estadística. (Cuadro 7).

#### 4.7 % de humedad en semilla, % de mezclas y % de materia inerte

En cuanto a estas variables no se detectaron variaciones. El porcentaje de humedad en semilla estuvo entre 12 y 13%, en lo que respecta al % de materia inerte los valores fueron inferiores a 1%, no se encontró semilla de otros cultivos ni de otras variedades.

Cuadro 7 Medias del vigor presentado por las variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Treat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	14.4 a	9.9 bcdef	7.4 f	11.1 abcde	12.8 abc	12.4 abcde
00-40-00 + inoc.	14.4 a	9.5 cdef	8.9 ef	11.4 abcde	13.5 ab	11.3 abcde
F. foliar + inoc.	14.5 a	11.6 abcde	9.1 def	11.2 abcde	12.7 abcd	11.5 abcde
Testigo	14.4 a	10.6 bcdef	9.1 def	11.3 abcde	11.5 abcde	11.7 abcde

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

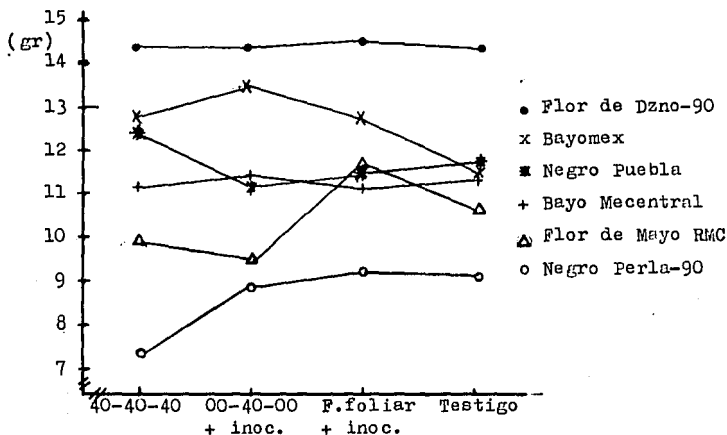


Figura 5 Medias del vigor de plántulas (gr) de variedades mejoradas de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

## 4.8 % de semilla dañada

El ANOVA muestra una significancia estadística entre tratamientos, genotipos y bloques (Cuadro 12A), de acuerdo con la separación de medias con la prueba de Tukey se tiene que la variedad Flor de Mayo R/C presentó el mayor porcentaje de semilla dañada difiriendo significativamente de todas las variedades - excepto del tratamiento 40-40-40 de la variedad Negro Perla-90, en las variedades Flor de Durazno-90, Bayo Mecentral, Bayomex y Negro Puebla no se detectó significancia estadística entre ellas ni entre sus tratamientos (Cuadro 8; fig. 4).

Cuadro 8 Medias del % de semilla dañada en variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edéfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo R/C	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	0.6 b	2.6 a	1.5 ab	1.0 b	0.9 b	1.3 b
00-40-00 + inoc.	0.9 b	2.0 ab	1.0 b	0.6 b	1.0 b	1.4 b
F. foliar + inoc	0.8 b	1.9 ab	0.7 b	0.9 b	1.0 b	1.4 b
Testigo	0.8 b	2.1 ab	1.3 b	0.6 b	1.2 b	0.7 b

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

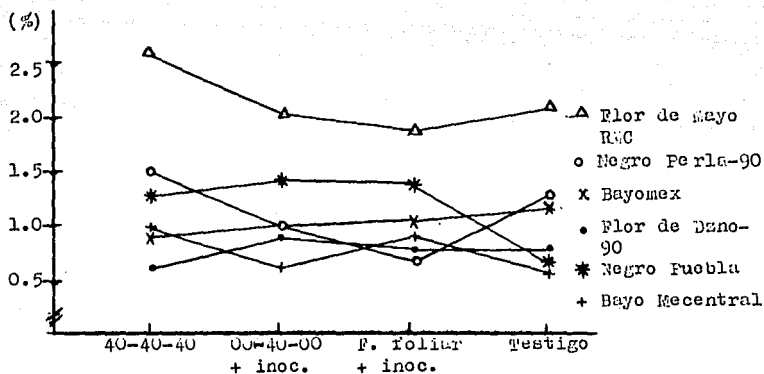


Figura 4 Medias del % de semilla dañada de variedades mejoradas de frijol, bajo el efecto de la inoculación, - fertilización edáfica y foliar.

## 4.9. Número de vainas por planta

El ANDVA muestra significancia estadística entre tratamientos y genotipos (Cuadro 5A), de acuerdo con la prueba de Tukey se encontró que la variedad Negro Puebla bajo el tratamiento F. foliar+inoc. difiere de todos los tratamientos de las variedades Flor de Durazno-90, Bayomex y de Flor de Mayo RMC con esta última excepto en su tratamiento f. foliar+inoc.; con su tratamiento 40-40-40 difiere del testigo de Bayomex y de todos los tratamientos de Flor de Durazno-90; la variedad Negro Ferla-90 bajo su tratamiento f. foliar+inoc. y la variedad Bayo Mecentral con el tratamiento 00-40-00+inoc. difieren de la variedad Flor de Durazno-90 en todos sus tratamientos excepto cuando se aplicó f. foliar+inoc.; la variedad Negro Ferla-90 bajo su tratamiento 00-40-00+inoc. difiere de los tratamientos 40-40-40 y 00-40-00+inoc. de la Flor de Durazno-90; las variedades Negro Ferla-90 y Bayo Mecentral ambas bajo la fórmula 40-40-40 difieren de los tratamientos 00-40-00+inoc. de la Flor de Durazno-90 (Cuadro 9.).

Cuadro 9. Medias del número de vainas por planta en variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Ferla-90	Bayo Mecentral	Bayomex Negro Puebla	
40-40-40	11.8 ef	20.1 bcdef	24.8 abcde	25.3 abcde	19.6 bcdef	31.3 ab
00-40-00 + inoc.	10.4 f	20.0 bcdef	25.7 abcd	28.1 abc	18.4 bcdef	23.9 abcdef
F. foliar + inoc.	15.2 cdef	22.6 abcdef	28.7 abc	21.4 abcdef	19.7 bcdef	34.9 a
Testigo	13.3 def	19.4 bcdef	27.8 abc	23.8 abcdef	17.2 cdef	23.9 abcdef

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales.



## 4.10 Longitud de vaina

El ANDVA muestra significancia estadística entre tratamientos y genotipos así como en la interacción (Cuadro 6A), en la separación de medias con la prueba de Tukey se observa que el genotipo Flor de Durazno-90 muestra los valores más altos diferenciando significativamente de todas las variedades evaluadas; la variedad Bayo Mecentral bajo sus tratamientos 40-40-40 y testigo así como el testigo de Negro perla-90 difieren de la variedad Bayomex en todos sus tratamientos y de la Negro Puebla bajo su testigo; La variedad Flor de Mayo RMC en su tratamiento 40-40-40 00-40-00+inoc. y f. foliar+inoc. difiere de la Bayomex bajo sus tratamientos 40-40-40, 00-40-00+inoc. y testigo; la variedad Bayo Mecentral bajo sus tratamientos 00-40-00+inoc y fertilización foliar+inoc. difiere de la Bayomex en los tratamientos 40-40-40 y testigo; la variedad Flor de Mayo RMC con su testigo, la Negro Perla-90 con f. foliar+inoc. y la negro Puebla con 40-40-40 difieren del testigo de Bayomex (Cuadro 10).

Cuadro 10 Medias de la longitud de vaina de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos						
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla	
40-40-40	12.2	9.1	8.4	9.7	7.8	8.8	
	a	bcde	cdefg	b	fg	bcdef	
00-40-00	12.9	9.2	8.5	9.1	7.9	8.1	
+ inoc.	a	bcd	bcdefg	bcde	eg	defg	
F. foliar	12.8	9.1	9.0	9.1	8.1	8.5	
+ inoc.	a	bcde	bcdef	bcde	defg	bcdefg	
Testigo	12.3	8.9	9.6	9.5	7.4	8.0	
	a	bcdef	bc	bc	g	defg	

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

## 4.11 Semillas por vaina

El ANOVA muestra significancia estadística entre los tratamientos y genotipos (Cuadro 7A), al realizar la comparación de medios se encuentra que la variedad Flor de Mayo RMC presenta los valores más altos difiriendo significativamente de Bayomex y Negro Puebla en todos sus tratamientos; el genotipo Negro Perla-90 con su testigo difiere de todos los tratamientos de Bayomex y de los tratamientos 00-40-00+inoc. y testigo de la Negro Puebla; la variedad Bayo Mecentral con 40-40-40, f. foliar+ inoc. y testigo difiere de todos los tratamientos de Bayomex y de los tratamientos 00-40-00+inoc. y testigo de la Negro Puebla con el tratamiento 00-40-00+inoc. difiere de los tratamientos 00-40-00+inoc y testigo de la variedad Bayomex; el genotipo Flor de Durazno-90 difiere del testigo de Bayomex (Cuadro 11).

Cuadro 11 Medias del número de semillas por vaina de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo	Negro RMC Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	4.6 abcde	5.6 ab	4.4 bcdef	5.5 ab	3.6 def	4.2 cdef
00-40-00 + Inoc.	4.6 abcde	5.4 abc	4.5 abcdef	4.7 abcd	3.4 ef	3.8 def
F. foliar + Inoc.	4.6 abcde	5.6 ab	4.7 abcd	5.2 abc	3.6 def	4.2 cdef
Testigo	4.6 abcde	5.7 a	5.2 abc	5.1 abc	3.3 f	3.8 def

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

## 4.12 Altura de planta

El **ANDVA** es altamente significativo en los tratamientos y genotipos (Cuadro 4A), al hacer la comparación de medias tenemos que la variedad Negro Puebla presenta la mayor altura de planta difiriendo significativamente de las variedades Flor de Durazno-90, Negro Perla-90, Bayomex y Bayo Mecentral, además con su tratamiento f. foliar+inoc. difiere de los tratamientos 40-40-40 y f. foliar+inoc. de la variedad Flor de Mayo RMC, esta última difiere de las variedades Flor de Durazno-90, Negro Perla-90 y Bayomex, difiriendo además de los tratamientos 40-40-40 y 00-40-00+inoc. de Bayo Mecentral la cual con su testigo difiere de Flor de Durazno-90, Negro Perla-90 y Bayomex en todos sus tratamientos (Cuadro 12).

Cuadro 12 Medias de la altura de planta de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	39.2 ef	72.3 bc	32.5 f	49.5 ef	35.2 f	85.4 ab
00-40-00 + inoc.	35.5 f	78.0 abc	32.5 f	51.0 def	35.3 f	84.4 ab
F. foliar + inoc.	38.1 ef	71.1 bcd	36.8 f	46.8 ef	34.0 f	92.5 a
Testigo	37.9 f	78.6 ab	36.9 f	58.2 ode	32.8 f	90.2 ab

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

## 4.13 Número de nódulos efectivos

El ANOVA muestra significancia estadística entre tratamientos y genotipos (Cuadro 1A) y de acuerdo con la prueba de Tukey se tiene que la variedad Negro Puebla con el tratamiento f. foliar+inoc. presente el mayor número de nódulos efectivos, difiriendo significativamente de la variedad Flor de Durazno-90 y de los tratamientos 40-40-40, r. foliar+inoc. y testigo de Flor de Mayo RMC, de las variedades Negro Perla-90 y Bayomex en sus tratamientos 40-40-40 y testigo y de la variedad Bayo Mecentral en su testigo; la variedad Bayo Mecentral con F. foliar+inoc. - difiere de los tratamientos 40-40-40 y testigo de Flor de Durazno-90, esta última presenta los más bajos valores (Cuadro 1B).

Cuadro 1B Medios del número de nódulos efectivos por planta en variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fert. edáfica y foliar.

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Mayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	4.8 c	6.3 bc	7.6 bc	20.1 abc	6.3 bc	21.6 abc
00-40-00 + inoc.	8.5 bc	19.3 abc	20.7 abc	28.0 abc	15.7 abc	25.5 abc
F. foliar + inoc.	6.7 bc	12.5 bc	17.8 abc	31.5 ab	14.8 abc	39.7 a
Testigo	4.7 c	5.8 bc	11.4 bc	12.2 bc	11.3 bc	22.9 abc

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

## 4.14 Peso seco de parte aérea y raíz

El ANDVA muestra significancia estadística entre tratamientos y genotipos (Cuadro 3A), al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey se tiene que la variedad Negro Puebla con el tratamiento f. foliar+inoc. presenta el mayor valor siendo estadísticamente diferente del tratamiento 00-40-00+inoc de Flor de Durazno-90 y del testigo de Bayomex; la variedad Bayo Mecentral con el tratamiento 00-40-00+inoc. difiere del testigo de Bayomex (Cuadro 14). En cuanto al peso seco de raíz el ANDVA no mostró significancia estadística entre tratamientos aunque sí en bloques y genotipos (Cuadro 2A), al realizar la comparación de medias no se encontró diferencia alguna, por lo que estadísticamente son iguales.

Cuadro 14 Medias del peso seco de follaje (gr) de variedades mejoradas de frijol bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar

Trat.	Genotipos					
	Flor de Durazno-90	Flor de Bayo RMC	Negro Perla-90	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Puebla
40-40-40	16.8 abc	22.6 abc	16.9 abc	25.7 abc	17.2 abc	27.2 ab
00-40-00 + inoc.	14.6 bc	22.6 abc	15.3 abc	26.4 ab	18.5 abc	23.0 abc
F. foliar + inoc.	15.9 abc	18.7 abc	18.4 abc	20.2 abc	16.1 abc	27.2 a
Testigo	16.3 abc	19.9 abc	19.7 abc	24.4 abc	13.4 c	25.6 abc

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad con la prueba de Tukey.

## V. DISCUSION

### 5.1 Rendimiento de semilla

El valor más elevado lo presentó la variedad Bayo Mecentral (3.4 ton/ha con 00-40-00+inoc.) pudiéndose observar que la inoculación fue capaz de sustituir a la fertilización nitrogenada (López et al 1985); este genotipo tiene altos rendimientos de semilla en todos sus tratamientos siendo superado por la Negro Puebla unicamente en el tratamiento f. foliar+inoc. en un 3% aproximadamente (Fig. 1), ambas variedades son las mejores rendidoras, que de acuerdo con Khalil-Gardezi et al (1985) son variedades de crecimiento indeterminado por lo que tienen un patrón de aprovechamiento favorable tanto a la aplicación de fertilizantes al suelo, así como a la inoculación y fertilización foliar.

Las variedades Flor de Durazno-90 y Negro Perla-90 sus mejores rendimientos de semilla los expresan con la f. foliar +inoc. teniendo aumentos de 38 y 64% respectivamente sobre el tratamiento 40-40-40 (fig. 1), estos resultados son similares a los obtenidos por Escamilla quien al aplicar foliarmente una solución que contenía NPKS obtuvo incrementos en el rendimiento de grano de un 50 a 80% sobre los tratamientos sin aplicación foliar; estas variedades obtuvieron valores elevados en los testigos debido a que el suelo es rico en nutrientes por la sobre fertilización que año con año se da en los cultivos que se desarrollan en el campo experimental, por lo que los testigos se vieron favorecidos en estas variedades que no toleran altas dosis de fertilizante al suelo ya que el

tratamiento 40-40-40 resulto perjudicial (Cuadro 2; Fig. 1).

Las variedades Bayomex y Flor de Mayo RMC presentan sus mejores respuestas al tratamiento 40-40-40 que de acuerdo con Durán (1986) estas variedades tienen mejor respuesta a la fertilización al suelo que a la foliar e inoculación.

En las variables relacionadas al rendimiento como son el número de vainas por planta se tiene que se manifestaron de manera muy similar al rendimiento de semilla de cada genotipo (Cuadro 9'); las variedades con el más alto valor fueron Negro Puebla, Bayo Mecentral y Negro Perla-90. Los valores intermedios los tuvieron Flor de Mayo RMC y Bayomex, la variedad Flor de Durazno-90 presentó los valores más bajos, en general todas las variedades con el tratamiento f. foliar+inoc. tendieron a incrementar su número de vainas por planta excepto en Bayo Mecentral (Cuadro 9.) lo que indica que al aplicar foliarmente los nutrientes tienden a ser mejor asimilados por las plantas para fijar un mayor número de vainas por planta.

La mayor longitud de vaina la presentó la variedad Flor de Durazno-90 y valores intermedios en el número de semillas por vaina; las variedades Flor de Mayo RMC, Negro Perla-90 y Bayo Mecentral presentan valores intermedios en longitud y número de semillas por vaina; las variedades Negro Puebla y Bayomex tienen valores bajos en estas dos variables, lo que demuestra que cuando un genotipo presenta mayor número de vainas por planta y valores bajos en número de semillas por vaina el rendimiento tiende a estabilizarse (Cuadros 9., 10 y 2).

En la variable altura de planta se logra apreciar que -

los tratamientos de inoculación y fertilización no afectaron a las variedades.

En la variable número de nódulos efectivos por planta las variedades Bayo Mecentral, Negro Puebla y Flor de Mayo RMC fueron las que mejor respuesta presentaron debido a que son de hábito de crecimiento indeterminado por lo que responden de manera favorable a la inoculación (Khalil-Gardezi et al. 1985; Durán, 1980).

En cuanto a la tasa de acumulación de materia seca en campo se observa que la variedad Negro Puebla con el tratamiento F. foliar + inoculante presenta el valor más alto, resultando ser de hábito IV por lo que tiene mayor area foliar (Khalil-Gardezi et al. 1985), la variedad Bayo Mecentral presenta respuesta favorable al tratamiento 00-40-00 + inoculante, por ser una variedad de semiguía respondió de manera positiva a la inoculación. La variedad Flor de Mayo RMC tuvo valores bajos debido a que durante su desarrollo presentó mayor susceptibilidad al ataque de plagas como el chapulin (Melanoplu sp). Las variedades Flor de Durazno-90, Negro Perla-90 y Biyomex son de crecimiento determinado tipo I por lo que no presentaron tanto follaje.

## 5.2 Calidad de semilla

Entre los indicadores de calidad física de semilla esta el porcentaje de semilla dañada, la variedad Flor de Mayo RMC resultó ser la más afectada debido al dano causado por el chapulin (Melanoplus sp), el porcentaje que presentó con los tratamientos 40-40-40 y testigo (2.6 y 2.1% respectivamente) rebajó



san las tolerancias permitidas por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas quien establece como grado máximo de semilla dañada 2%, los tratamientos 00-40-00 + inoculante y F. foliar + inoc. tienen porcentajes de 2.0 y 1.9 respectivamente los cuales caen dentro de las normas de calidad de semillas. En las demás variedades no se presentaron valores que rebasaran las tolerancias marcadas por el SNICS. la fertilización foliar + inoculante disminuye ligeramente el % de semilla dañada en las variedades Flor de Mayo RMC y Negro Perla-90 (Cuadro 8, Fig. 4).

La variedad Flor de Durazno-90 presenta los valores más elevados en el peso de 200 semillas (Cuadro 3, Fig. 2), el tratamiento F. foliar + inoculante fue superior en un 5% al 40-40-40; esta variedad tiene los mayores porcentajes de semilla grande (Cuadro 5) aquí también la fert. foliar + inoc. incrementó en un 10% el tamaño de semilla sobre el tratamiento 40-40-40; tiene bajo peso volumétrico (Cuadro 4, Fig. 3), esto se debe principalmente a la forma de la semilla que es arrinonada lo que provocó que ocupara mayor volumen un reducido número de semillas en el hectolítro, el porcentaje de germinación es de 90%; en cuanto al vigor de plántulas presenta los valores más altos con un ligero incremento con la fert. foliar + inoculante (Cuadro 7, Fig. 5) debido a las características expresadas de tener semilla grande y pesada indica que tiene una mayor concentración de substancias de reserva y un buen poder germinativo, características que le permitieran establecerse adecuadamente en campo (Diehl, 1988).

La variedad Flor de Mayo RMC presenta valores bajos en el

peso de 200 semillas (Cuadro 3, Fig. 2), teniendo un ligero incremento con la fórmula 40-40-40 sobre los demás tratamientos tiene los mayores porcentajes de semilla mediana (Cuadro 5), tiene peso volumétrico bajo (Cuadro 4, Fig. 3); tiene valores bajos en vigor de plántulas, con el tratamiento F. foliar + inoculante incrementa su vigor un 14% sobre el trat. 40-40-40, su bajo peso indican una menor concentración de reservas lo que se demuestra en un bajo vigor, que en un momento dado le impedirá establecerse adecuadamente en campo (Diehl, 1988).

La variedad Negro Perla-90 tiene los valores más bajos en el peso de 200 semillas (Cuadro, 3 Fig. 2) donde se aprecia que con la fert. foliar + inoc. hay un ligero aumento; tiene los mayores porcentajes de semilla chca (Cuadro 5) con la F. foliar + inoc. disminuye un 14% sobre el trat. 40-40-40; el peso volumétrico es elevado por la gran cantidad de semilla en el hectolitro; el vigor presentado por las plántulas es bajo, por lo que al tener menor calibre tiene menos concentración de reservas nutritivas lo que produjo su bajo vigor, lo que dificultará que se establezca adecuadamente en campo (Diehl, 1988).

La variedad Bayo Mecentral tiene valores intermedios en el peso de 200 semillas; tiene valores altos en % de semilla mediana, el peso volumétrico es de los más elevados; el vigor de plántulas es intermedio en relación a las demás variedades (Cuadro 7, Fig. 5) por lo que esta variedad se considera de calidad intermedia (Diehl, 1988).

La variedad Bayomex tiene valores intermedios en el peso de 200 semillas y sus mejores porcentajes de semilla se encuentran entre grande y mediana, el peso volumétrico es elevado, -

el vigor de plántulas es elevado por lo que se considera de intermedia a alta su calidad de semilla (Diehl, 1988).

La variedad Negro Puebla presenta valores intermedios en el peso de 200 semillas (Cuadro 3, Fig. 2), tiene elevados % de semilla mediana, el peso volumétrico es alto; el vigor de plántulas es intermedio en relación a las demás variedades estudiadas (Cuadro 7, Fig. 5) por lo que esta variedad tiene calidad de semilla intermedia (Diehl, 1988).

Los porcentajes de germinación en todas las variedades fue igual o superior al 90%, por lo que se consideran de excelente poder germinativo.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados y en base a los resultados obtenidos se llegó a las conclusiones siguientes:

1. La fertilización foliar+inoculante produjeron rendimientos de semilla superiores a 2.0 ton/ha en las seis variedades - evaluadas.

2. Las variedades más rendidoras fueron Bayo Mecentral - (3.4 ton/ha con 00-40-00+inoculante) y Negro Puebla (3.1 ton/ha con F. foliar+inoculante), las cuales son de crecimiento inde - terminado.

3. Las variedades Negro Perla-90, Flor de Durazno-90 y - Negro Puebla, expresan sus mejores rendimientos de semilla con la fertilización foliar + inoculante.

4. Las variedades Flor de Mayo RMC y Bayomex tienen mejor rendimiento de semilla con 40-40-40.

5. Los testigos mostraron elevados rendimientos de semilla debido a la alta fertilidad de los suelos del Campo Experimental "Valle de México".

6. La mejor calidad de semilla en base al peso de 200 semi llas, al tamaño de semilla, al % de germinación y al vigor la presentó Flor de Durazno-90.

7. La calidad de semilla intermedia en base al peso de 200 semillas, al peso volumétrico, al tamaño de semilla y vigor la presentaron Bayomex, Bayo Mecentral y Negro Puebla.

8. La calidad de semilla más baja basándose en el peso de 200 semillas, al tamaño y vigor la presentaron Flor de Mayo RMC y Negro Perla-90.

9. La fertilización foliar + inoculante tienden a incrementar la calidad de semilla en todas las variedades evaluadas en este trabajo.

## VII BIBLIOGRAFIA

- Alcalde B.,S. 1985. Proyectos y Avances de la investigación y enseñanza en el área de nutrición vegetal. Colegio de Postgraduados. Centro de Edafología. Chapingo. - México.
- Allen N.,O. 1980. La inoculación de las leguminosas en forrajes. Ed. C.M.C.S.A., México.
- Alexander, M. 1980. Fijación simbiótica del nitrógeno. En - introducción a la microbiología del suelo. Ed. AGT - Editor, S.A. México.
- Brady N.,C. 1980. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simon, S.A. Barcelona, España.
- Carballo C.,A. 1985. Proyectos y Avances de la investigación y la enseñanza en el área de producción de semillas del Colegio de Postgraduados.
- Cardona B.,D.J. 1988. Fertilización edáfica y foliar en amaranto (Amarantus hypochondriacus L.) tipo mercado. - Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Chonay P.,J.J. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre compensación de la fijación biológica de nitrógeno - por Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Tesis M.C. Colegio de Postgraduados Chapingo, - México.
- Chonay P.,J.J.; Volke V.; Ferrera-Carrato, P. y Martínez, G.A. 1983. Efecto de la fertilización nitrogenada - foliar sobre la compensación de la fijación biológica del nitrógeno por Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Agrociencia 51: 37-56.

- C.I.A.T., 1980. La fijación del nitrógeno en el frijol, la planta **elabora** su propio fertilizante. Noti-CIAT. - series AS-6. Cali, Colombia CIAT.
- C/I.A.T., 1983. Desarrollo y morfología de la semilla. Cali, Colombia CIAT (series. O4SSc-01.01).
- C.I.A.T., 1984. Metodología para obtener semillas de calidad. Unidad de semillas del CIAT. Cali Colombia.
- Corolla V., J.D. 1982. Efecto de diferentes dosis de fertilizante al suelo y foliar, sobre el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en un typic Entropept de Costa Rica. **Costa Rica Ministerio de Agricultura y Ganadería. III.**
- Cuantle, F., E.; Núñez, E.R.; Valdés, R.M. 1981. Efecto de la fertilización, fumigación del suelo e inoculación con *Rhizobium* sobre la nodulación, contenido de nitrógeno y rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Chapingo, México. *Agrociencia* 43: 19-35.
- Diehl, R., J. y M.M. Box. 1988. *Pitotécnia General* Ed. Mundo - prensa. Madrid, España.
- Domergaes, Y.; Dreyfus, B.; Hoang, G.O.; Duhuz, E. 1985. Fijación del nitrógeno y Agricultura tropical, *Revista - mundo científico* No. 45.
- Durár, P., A. 1986. Respuesta del frijol (Phaseolus vulgaris L) a la inoculación, fertilización edáfica y foliar nitrogenada. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Durón, A., A. 1987. Fertilización nitrogenada al suelo y follaje en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis profesional, Marín, N.L. U.A.N.L.

- Douglas D., E. 1982. Un programa de producción y distribución - de semilla de calidad. El sorgo. Leland, R.H. UACH. Chapingo, México.
- Esparza M., H. y Acosta G., A. 1989. Producción de semilla mejorada de frijol. Proyecto de investigación. INIFAP, - SARNI, México.
- Espinosa C., A.; Eparza M., H.; Castro R., V.; Terrón I., A.; - Pons H., J.L.; Hernández A., A.; Rivas A., O. y Casiano T.C. 1989. Producción de semilla de progenitores, híbridos y variedades de maíz en lotes aislados y polinización controlada. Proyecto de investigación. - INIFAP, SARNI, México.
- Espinosa C., A. y Eparza M., H. 1989. Proyecto de investigación sobre tecnología de producción de semillas de la - zona centro. INIFAP, SARNI, México.
- Floor, J. 1982. Report on a pot experiment on Rhizobium inoculation and fertilizer application of beans Phaseolus vulgaris Thika, Kenya. National Horticultural Research Station. Grain Legume Project. Internal.
- Fuentes T., M. 1981. Respuesta a la inoculación y los componentes del rendimiento en tres genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Galano R., T.; Ramos S., A.; López I., R. 1980. Respuesta de la inoculación y fertilización de 4 variedades de frijol Phaseolus vulgaris L. en la región de la Chontalpa, Tab. Agricultura Tropical (México) 2(1):19-27.



- García.F.,J. 1982. Edafología y fertilización agrícola, Ed.--  
Aedos, Barcelona, España.
- Graham.P.,H. 1981. Some problems of nodulation and symbiotic  
nitrogen fixation in Phaseolus vulgaris L. A Review.  
Field Crops Research 4:93-112.
- Giskin.M.,L.; A.T. Santos and J.D. Stehevers. 1984. Can the --  
foliar application of essential nutrients decrease #  
fertilizer in puts, Actes of the VI international -  
colloquium for the optimization of plant nutrition.  
Montpellier, France. vol. 1:239-242.
- Giskin, M.L. and Y. Efron. 1986. Planting date and foliar fer-  
tilization of corn grown for silage and grain under  
limited moisture Agron. J. 78: 426-429.
- Hanway.J.,J. and R.A. Olson. 1980. Phosphate nutrition of corn  
sorghum, soybeans and small grains. En: F.E. Klusa-  
wneh, E.C. Sample and E.J. Kemprath (Eds). The role  
of phosphorus in agriculture. Proceeding of a sympo-  
sium. Madison, Wisconsin, USA.
- Howeler.R.,H. 1980. Desórdenes nutricionales. In: Schwartz, H  
P. y Gálvez, G.E. (Eds). 1980. Problemas de produc-  
ción del frijol; enfermedades, insectos, limitaciones  
edáficas y climáticas de Phaseolus vulgaris. CIAT. -  
Cali, Colombia.
- Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, métodos d  
de cultivo y producción de semillas. Ed. LIMUSA, Méx.
- Khachani, M. 1981. Contribution a l'étude de la response du -  
haricot vert a l'inoculation. These Ing. Agr. Rabat.  
Morocco. Institut Agronomique et Veterinaire Hassan  
Memoire (1eme cycle agronomie).

- Khalil-Gardezi, A.; Ferrera-Cerreto, R.; Kohashi-Shibata, J.; Angelman, M.E. y Lariuó-Jaavedra, E. 1985. Selección de genotipos de Phaseolus vulgaris de alta eficiencia en la fijación de nitrógeno asociado con Rhizobium phaseoli. En: Resúmenes III Reunión sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Marzo 13-15 1985. UNAM, Méx.
- Kraus, H. 1986. Experiencie with foliar fertilization in Tropical Agriculture. En: A. Alexander (Editor). Foliar fertilization. Proceeding of the first international symposium on foliar fertilization. Boston USA.
- León A., R. 1984. Nueva Edafología: Regiones Tropicales y áreas templadas de México, grupo Editorial gaceta, S.A. - México, D.F.
- López I., R. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del frijol, folleto, INIA, - SANM, México.
- Lie, T., A. 1981. Environmental Physiology of the Legumen Rhizobium simbiosis. In nitrogen Fixation vol. 1 Ecology. W.J. Broughton ed. Oxford University.
- López A., E.; Vargas, S.V.M.; Ochoa, G.A. y Ferrera-Cerreto, R. 1985. Evolución simultánea de cepas de Rhizobium phaseoli bajo tres condiciones de producción. En: Resúmenes de III Reunión sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Marzo 13-15 de 1985. UNAM, México.
- Machado J., R.; Rosalem, C.A.; Mulducci-Junior, J.J.; Nakagawa J. 1982. Fertilización foliar en frijol: 1. Epocas de aplicación de nitrógeno. Turrialba 32(4): 417-421.
- Malavolta, E. 1986. Foliar fertilization in Brazil present and perspectives. En: A. Alexander (Editor). Foliar fertilization. Proceedings of the first international

Symposium on foliar fertilization. Boston USA.

- Mejía, D., C. 1983. Inoculación con Rhizobium phaseoli y su efecto en los Componentes del Rendimiento en 4 especies de Phaseolus. Tesis profesional, UACH, México.
- Mengel, K and E.A. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. International potash Institute. 3rd Edition - Worblaufen Bern, Switzerland.
- Molina, M., S. 1980. Estudio de la absorción, acumulación y traslocación de N-P-K-Ca-Mg-Fe-Cu-Zn-Mn y Na en los genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Suchitan de ciclo intermedio y Línea-27 de ciclo corto. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Univ. de San Carlos. Guatemala.
- Muñoz, A., R.; Molina, M.L. 1982. Fertilización del frijol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) en clima frío y medio de Antioquia. Suelos Ecuatoriales 12(1):233-244.
- Newton, S., A.; Robertson, A.G. 1982. The effect of inoculation and fertilizer nitrogen on the grain yield and nitrogen concentration of dwarf bean (Phaseolus vulgaris L.) Agron. Dep. Massey Univ. Palmerston North, New Zealand. Proceedings. Twelfth Annual Conference Agronomy Society of New Zealand 12.9-14.
- Oliker, M.; Poljakoff-Mayber, A.; Mayer, A.M. 1980. Changes in welfth nitrogen accumulation, respiration and photosynthesis during growth and development of seeds and pods of Phaseolus vulgaris. Hebrew Univ. of Jerusalem, Jerusalem, Israel. American Journal of Botany . 65.3.366-371.

- Ortega G., J.J. y Echegaray, A. 1985. Preselección de seis cepas de Rhizobium phaseoli en cuatro variedades de frijol de importancia para el Valle de México. En: Resúmenes de III Reunión sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Marzo 13-15 de 1985. UNAM, México.
- Perry D., A. 1980. The concept of seed vigor and its relevance to seed production techniques. In seed production. - Ed. P. Hebblethwaite Butterwords and Co. Ltd. London.
- PRONASE, 1987. Programa y estadística de ventas de semilla Certificada de frijol 1979-1987.
- Rosalem C., A.; Machado, J.R.; Kantack, R.A.D. 1983. Fertilización foliar en frijol. 4. Efectos de la dosis y época de aplicación de NPKS. Revista de Agricultura - (Brasil) 58(4):305-314.
- Sameni A., M.; Maftoun, M.; Bassiri, A.; Sepaskhah, A.R. 1980. Growth and chemical composition of dry beans as affected by soil salinity N fertilization. Coll. of Agr. Shiraz Univ. Shiraz, Iran. Plant and soil. 217-222.
- SARH-PRONASE, 1983. Ley sobre producción, certificación y comercio de semillas. SARH/PRONASE, México.
- SNICS, 1980. Normas para la certificación de semillas. SNICS-SARH, México.
- Stewart, W.D.P. 1981. The effect of ammonium nitrogen on fixation of elemental nitrogen in alnus and Myrica. Plant and soil.
- Sundstrom F., J.; Morse, R.D.; Neal, J.L. 1982. Nodulation and nitrogen fixation of Phaseolus vulgaris L. grown in minessoil as affected by soil compactation and N fertilization. Communication in soil science and Plant Analysis 13(13):231-242.

- Suryanarayana, V.; Kumar, J.P. 1981. Rhizobium inoculation in combination with nitrogen and phosphorus on french bean. *Vegetable science* 8(2):130-134. Agricultural Research Station, Amdajipeta, East Godavari Dt. Andhra Pradesh, India.
- Taylor, J.D.; Day, J.M.; Dudley, C.L. 1983. The effect of Rhizobium inoculation and nitrogen fertilizer on nitrogen fixation and seed yield of dry beans (Phaseolus vulgaris L.). *Annals of Applied Biology*. 103: 419.
- Tisdale, S.L. y W.D. Nelson. 1985. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Unión Tipografica Ed. Hispana Americana S.A. México.
- Vazquez, C.A. 1989. Rendimiento y calidad de semilla de ocho variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) de la mesa central. Tesis Profesional. Ing. Agríc. FBS-C, UNAM, México.
- Vazquez, G.M.L. 1986. Efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la nodulación, fijación de nitrógeno y rendimiento en dos variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), en San Mateo Tequixquiac, Edo. de México. Tesis Profesional. Ing. Agríc. FBS-C, UNAM, México.
- Velázquez, E.J.; Tirado, T.J.L.; Alcalde, B.S.; Alcantar, G. G. 1981. Fertilización foliar nitrogenada en diferentes estados fenológicos en Phaseolus vulgaris L. En: *Memorias del XIV Congreso Nacional de la Ciencia del suelo*. Nov.29-Dic.3 de 1981. San Luis Potosí. México.

Velázquez, O.J. 1988. Evaluación de la fijación simbiótica de nitrógeno en 120 genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y su factibilidad económica mediante la inoculación con Rhizobium phaseoli. Tesis profesional, Ing. Agríc., FES-C, UNAM, México.

VIII. . . . . A P E N D I C E

Cuadro 1A Análisis de Varianza (ANOVA) para la variable número de nódulos efectivos en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización - edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	10149.8				
Bloques	2	833.6	416.8	5.77 <sup>++</sup>	3.23	5.18
Tratamientos	23	5994.0	260.6	3.60 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	3820.4	764.0	10.58 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	1408.1	469.3	6.5 <sup>++</sup>	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	765.5	51.0	0.70NS	1.92	2.52
Error	46	3322.1	72.2			

+ significativo ++ altamente significativo NS no significat.  
 $\bar{x} = 15.68$  C.V. = 70%

Cuadro 2A ANOVA para la variable peso seco de raíz en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	1.99				
Bloques	2	0.16	0.08	4.0 <sup>+</sup>	3.23	5.18
Tratamientos	23	0.64	0.02	1.0 NS	1.84	2.37
Genotipos	5	0.26	0.05	2.5 <sup>+</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	0.04	0.01	0.5 NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	0.34	0.02	1.0 NS	1.92	2.52
Error	46	1.19	0.02			

+ signif. ++ altamente signif. NS no signif.  
 $\bar{x} = 0.69$  C.V. = 18 %



Cuadro 3A ANOVA para la variable peso seco de follaje en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	2333.26				
Bloques	2	217.32	108.66	6.11 <sup>++</sup>	3.23	5.18
Tratamientos	23	1297.86	56.42	3.17 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	1071.51	214.30	12.05 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	23.59	7.80	0.43NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	202.76	13.50	0.75NS	1.92	2.52
Error	46	818.08	17.78			

+ signif. ++ altamente signif. NS no signif.

$\bar{x}$  = 20.1 C.V. = 24 %

Cuadro 4A ANOVA para la variable altura de planta en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, - fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	34400.0				
Bloques	2	206.7	103.3	2.4NS	3.23	5.18
Tratamientos	23	32223.2	1401.0	32.7 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	31644.8	6328.9	147.8 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	129.2	43.0	1.0NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	449.2	29.9	0.6NS	1.92	2.52
Error	46	1970.1	42.8			

+ signif. ++ altamente signif. NS no significativo

$\bar{x}$  = 53.56 C.V. = 41 %

Cuadro 5A ANOVA para la variable vainas por planta en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	3497.92				
Bloques	2	62.11	31.05	1.54 <sup>NS</sup>	3.23	5.18
Tratamientos	23	2509.04	109.08	5.41 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	2066.60	413.32	20.52 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	92.51	30.83	1.53 <sup>NS</sup>	2.84	4.31
Genot. x fert.	15	349.93	23.32	1.15 <sup>NS</sup>	1.92	2.52
Error	46	926.77	20.14			

+ signif. ++ altamente signif. NS no signif.

$\bar{x} = 22$  C.V. = 31 %

Cuadro 5A ANOVA para la variable longitud de vaina en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	183.23				
Bloques	2	1.38	0.69	3.8 <sup>+</sup>	3.23	5.18
Tratamientos	23	173.13	7.52	41.7 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	166.20	33.24	184.5 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	0.38	0.12	0.6 <sup>NS</sup>	2.84	4.31
Genot. x fert.	15	6.55	0.43	2.3 <sup>+</sup>	1.92	2.52
Error	46	8.72	0.18			

+ signif. ++ altamente signif. NS no significativo

$\bar{x} = 9.36$  C.V. = 17 %

Cuadro 7A ANOVA para la variable semillas por vaina en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	47.3				
Bloques	2	1.93	0.96	5.64 <sup>++</sup>	2.23	5.16
Tratamientos	23	37.26	1.62	9.52 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	34.24	6.84	40.23 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	0.70	0.23	1.35NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	2.32	0.15	0.88NS	1.92	2.52
Error	46	8.19	0.17			

+ signif. ++ altamente signif. NS no significativo

$\bar{x} = 4.62$  C.V. = 17 %

Cuadro 9A ANOVA para la variable rendimiento de semilla en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	30.8				
Bloques	2	2.3	1.15	4.79 <sup>+</sup>	3.23	5.18
Tratamientos	23	17.1	0.74	3.08 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	10.9	2.18	9.08 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	0.5	0.16	0.66NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	5.7	0.38	1.58NS	1.92	2.52
Error	46	11.4	0.24			

+ signif. ++ altamente signif. NS no significativo

$\bar{x} = 2.39$  C.V. = 27 %

Cuadro 10A ANOVA para la variable peso de 200 semillas en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	20887.4				
Bloques	2	63.9	31.9	2.4NS	3.23	5.18
Tratamientos	23	20233.1	879.7	68.7 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	20035.2	4007.0	313.0 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	24.9	8.3	0.64NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	173.0	11.5	0.90NS	1.92	2.52
Error	46	590.4	12.8			

+ signif. ++ altamente signif. NS no significativo

$\bar{x}$  = 67.10 C.V. = 25.6 %

Cuadro 11A ANOVA para la variable peso volumétrico en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	66251.8				
Bloques	2	30.5	18.25	0.20NS	3.23	5.18
Tratamientos	23	62199.1	2704.3	30.97 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	61195.2	12239.04	140.19 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	120.3	40.1	0.45NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	883.6	58.9	0.67NS	1.92	2.52
Error	46	4016.2	87.3			

+ signif. ++ altamente signif. NS no significativo

$\bar{x}$  = 858.97 C.V. = 3.5 %

Cuadro 12A ANOVA para la variable % de semilla dañada en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	33.6				
Bloques	2	0.67	0.33	1.1NS	3.23	5.18
Tratamientos	23	19.1	0.83	2.76 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	15.47	3.09	10.3 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	0.49	0.16	0.53NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	3.14	0.20	0.66NS	1.92	2.52
Error	46	13.8	0.30			

+ significativo ++ altamente signif. NS no significativo  
 $\bar{x} = 1.2$  C.V. = 57%

6.36

Cuadro 13a ANOVA para la variable % de semilla grande en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	71455.7				
Bloques	2	478.1	293.07	5.06 <sup>+</sup>	3.23	5.18
Tratamientos	23	68318.3	2970.36	51.38 <sup>++</sup>	1.84	2.37
Genotipos	5	67447.61	13489.52	233.30 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	201.64	93.98	1.63NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	589.05	39.27	0.67NS	1.92	2.52
Error	46	2659.30	57.81			

+ significativo ++ altamente signif. NS no significativo  
 $\bar{x} = 36.31$  C.V. = 87%

Cuadro 13bA ANOVA para la variable % de semilla mediana en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	39805.5				
Bloques	2	167.2	83.6	2.74NS	3.23	5.18
Tratamientos	23	38294.8	1664.99	54.58 <sup>++</sup>	1.84	2.31
Genotipos	5	37434.0	7486.8	245.40 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	50.5	16.83	0.55NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	810.3	54.02	1.77NS	1.92	2.52
Error	46	1403.5	30.5			

+ signif. ++ altamente signif. NS no significativo

$\bar{x}$  = 37.06 C.V. 63.9

Cuadro 13cA ANOVA para la variable % de semilla chica en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	68726.0				
Bloques	2	150.2	75.1	2.12NS	3.23	5.18
Tratamientos	23	66948.0	2910.7	82.45 <sup>++</sup>	1.84	2.31
Genotipos	5	66135.9	13227.1	374.7 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	252.5	84.1	2.38NS	2.84	4.31
Genot. x Fert.	15	559.6	37.3	1.0 NS	1.92	2.52
Error	46	1627.8	35.3			

+ signif. ++ altamente signif. NS no significativo

$\bar{x}$  = 26.48 C.V. = 87.4

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 14A ANOVA para la variable % de germinación en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	4257.66				
Bloques	2	218.86	109.43	1.40NS	3.23	5.18
Tratamientos	23	451.66	19.63	0.25NS	1.8	2.31
Genotipos	5	141.41	28.28	0.36NS	2.4	3.51
Fertilizaciones	3	54.93	18.31	0.23NS	2.8	4.31
Genot. x Fert.	15	255.32	17.02	0.21NS	1.9	2.52
Error	46	3587.14	77.98			
+ signif.	++ altamente signif.		NS no significativo			
$\bar{x}$ = 91.69	C.V. = 8.4					

Cuadro 15A ANOVA para la variable vigor de plántulas en variedades de frijol, bajo el efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	
					05	01
Total	71	340.89				
Bloques	2	16.33	8.16	5.58 <sup>++</sup>	3.23	5.18
Tratamientos	23	257.27	11.18	7.65 <sup>++</sup>	1.84	2.31
Genotipos	5	235.14	47.02	32.2 <sup>++</sup>	2.45	3.51
Fertilizaciones	3	1.98	0.66	0.45NS	2.84	4.31
Genoti x Fert.	15	20.15	1.34	0.91NS	1.92	2.52
Error	46	67.29	1.46			
+ signif.	++ altamente signif.		NS no significativo			
$\bar{x}$ = 11.53	C.V. = 19%					