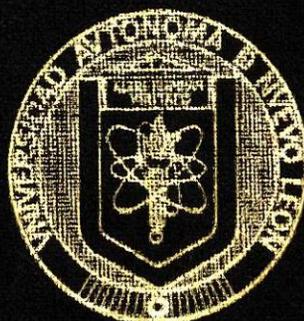


# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



INOCULACION DE 17 CEPAS DE Rhizobium Phaseoli,  
EN TRES VARIETADES DE FRIJOL (Phaseolus  
vulgaris. L.). BAJO CONDICIONES  
DE INVERNADERO.

## TESIS

QUE EN OPCION AL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JUAN ERNESTO CARRANZA GARCIA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1984

T

SB327

C37

c.1



1080061689

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



INOCULACION DE 17 CEPAS DE *Rhizobium Phaseoli.*  
EN TRES VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus*  
*vulgaris.* L.). BAJO CONDICIONES  
DE INVERNADERO.

TESIS

QUE EN OPCION AL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JUAN ERNESTO CARRANZA GARCIA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1984

T/  
B 327  
C37

  
Biblioteca Central  
Magna Solidaridad  
F. Tesis

  
BU Rauli Rangel Tesis  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

040 625  
F4 7  
1984

Con amor y respeto.

A mis padres:

Sr. Juan Carranza Cantú.

Sra. Graciela G. de Carranza.

En cuyos consejos encontré una base solida para mi desarrollo personal, por el apoyo moral, económico, - por sus consejos y sacrificios en el desarrollo de mi carrera.

A mis hermanos:

Graciela

y

Jorge.

A mi abuela:

Sra. Paula G. Vda de García.

A mi asesor:

Dr. Rigoberto F. Vazqu ez.

Por el apoyo brindado en el desarrollo de este traba  
bajo, por sus consejos y críticas y en quién encontr  
tr  más que un asesor un amigo.

Con profundo agradecimiento.

A mi novia:

Srita. Ma. Magdalena Pérez Leal.

Por su ayuda brindada para el desarrollo de este -  
trabajo.

A mis tíos:

Roy.	Minerva.
Arturo.	Homero.
Tere.	Hugo.
Alfonso.	Hector.
Diana.	Yolanda.
Dolores.	Alicia.
José Ma.	

Primos y demás familiares.

**Mi agradecimiento a los maestros:**

**Ing. Marco Vinicio Gómez Meza.**

**Por su orientación en los aspectos estadísticos.**

**Ing. Ronald Lecea.**

**Por sus consejos y por la ayuda brindada en el - -  
desarrollo de este trabajo.**

**A mi facultad.**

**Compañeros**

**y**

**Amigos.**

**Como una muestra de agradecimiento por los conocimientos obtenidos y los momentos compartidos.**

## INDICE

	PAGINA
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	III
INDICE DEL APENDICE.....	IV
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
a) El frijol.....	3
botánica del frijol.....	3
climas.....	4
suelos.....	4
preparación del terreno.....	5
método y densidad de siembra.....	5
variedades y época de siembra.....	5
riegos.....	6
fertilización.....	7
control de malezas.....	8
cosecha.....	8
plagas.....	9
enfermedades.....	15
b) Ciclo del Nitrógeno.....	16
aminización.....	17
nitrificación.....	17
formas de pérdidas de Nitrógeno.....	18
c) Inoculantes.....	21
antecedentes.....	21
taxonomía del rhizobium.....	24
efectividad de las cepas.....	25
formación de los nódulos.....	27
teorías de la fijación.....	33
forma y producción de inoculantes.....	35
cultivos en agar.....	36
cultivos líquidos.....	36
cultivos de turba.....	36
aislamiento de rhizobium a partir de un nódulo.	37
cuentas viables.....	39

	PAGINA
tecnicas de inoculación.....	39
supervivencia del rhizobium después de la .. inoculación.	43
número de rhizobios por semilla.....	43
tamaño del inóculo.....	45
interacción del rhizobium con el medio ..... ambiente.	45
efecto del agua en la interacción rhizobium. -leguminosas.	45
fotosíntesis.....	47
temperatura.....	47
potencial de Hidrógeno.....	48
suelo.....	48
pesticidas.....	49
factores nutricionales.....	50
efecto de la densidad de población.....	52
variedades.....	53
MATERIALES Y METODOS.....	55
RESULTADOS Y DISCUSION.....	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
RESUMEN.....	79
BIBLIOGRAFIA.....	81
APENDICE.....	86

## LISTA DE TABLAS

TABLA.	PAGINA.
1 Principales plagas del frijol y control.....	14
2 Cantidad promedio de Nitrógeno fijado/Ha.... en diversas leguminosas.	23
3 Grupos de inoculación cruzada de asocia-.... ciones de rhizobium-leguminosas.	26
4 Cantidad de semilla a inocular según el .... tamaño de semilla.	41

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA.	PAGINA.
1 Características principales del ciclo del... Nitrógeno.	20
2 Etapas de la formación de un nódulo radi-... cular.	29
3 Bacilos y bacteroides procedentes de nód <u>u</u> ... los.	32
4 Fijación biológica de Nitrógeno según ..... Virtanen.	34
5 Fijación biológica de Nitrógeno según ..... Burris y Wilson.	35

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTO.	PAGINA.
1 Vista general del experimento.....	57
2 Medición de las alturas periódicas.....	62
3 Nodulación de las cepas más rendidoras.....	68

INDICE DEL APENDICE

TABLA.	PAGINA.
1 Temperaturas del invernadero durante el desarrollo del experimento.....	87
2 Propiedades físico químicas del suelo utilizado en el experimento.....	88
3 Características de las variedades de frijol utilizadas.....	89
4 Lista de tratamientos.....	90
problemas más comunes que se presentan a los agricultores en la inoculación de leguminosas.....	93
comparación de costos inoculantes Vs fertilizantes.....	94
<b>FIGURA.</b>	
1 Distribución de los tratamientos.....	92
<b>GRAFICA.</b>	
1 Altura de variedades durante el desarrollo del cultivo.....	95
<b>CUADRO.</b>	
1 Análisis estadístico para diferentes variedades por medio de la prueba de Tukey para el factor variedad.....	96
2 Análisis estadístico para diferentes variedades por medio de la prueba de Tukey a través del factor cepa.....	97
3 Resultados de la prueba de Tukey en el muestreo 1 para detectar la mejor cepa para cada variedad.....	98
4 Resultados de la prueba de Tukey en el muestreo 2 (14 días después de la siembra) para detectar la mejor cepa para cada variedad.....	99
5 Resultados de la prueba de Tukey en el muestreo 4 (33 días después de la siembra) para detectar la mejor cepa para cada variedad.....	100
6 Resultados de la prueba de Tukey para el incremento de altura del muestreo 1 al muestreo 2 para detectar la mejor cepa para cada variedad.....	101
7 Resultados de la prueba de Tukey para el incremento de altura del muestreo 1 al muestreo 4 para detectar la mejor cepa para cada variedad.....	102

CUADRO.		PAGINA.
8	Resultados de la prueba de Duncan para detectar la mejor cepa para cada variedad, para $\sqrt{\text{días a germinación}}$ .	103
9	Resultados de la prueba de Duncan para detectar la mejor cepa para cada variedad para la transformación $\sqrt{\text{días a germinación} + 1}$ .	104
10	Resultados de la prueba de Tukey para detectar la mejor cepa para cada variedad para la transformación $\sqrt{\text{días a floración} + 1}$ .	105
11	Principales estadísticas para las variables estudiadas.	106
12	Resumen de los resultados de los análisis de varianza para las variables bajo estudio y su significancia.	107
13	Análisis estadístico para incrementos de alturas por medio de la prueba de Tukey a través del factor variedad.	108

## INTRODUCCION

El frijol es uno de los cultivos más importantes de México ocupando el segundo lugar en importancia como alimento básico, después del maíz.

La fertilización juega un papel importante en el desarrollo de cualquier cultivo, ya que una buena fertilización ayuda a incrementar los rendimientos.

Uno de los elementos indispensables en el desarrollo de una planta es el nitrógeno, ya que este elemento es esencial para formar las proteínas, aminoácidos, hormonas, producción de clórofila y vitaminas. El aire tiene más de un 75% de nitrógeno siendo una cantidad casi ilimitada, pero las plantas no tienen moléculas aceptoras de nitrógeno libre y no pueden utilizarlo.

Las leguminosas presentan la habilidad de poder convivir en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico tales bacterias pertenecen al género *Rhizobium* y proporcionan una fuente de nitrógeno para el desarrollo de la planta.

Actualmente se cuenta con un gran número de cepas de *Rhizobium* pero no todas ellas aseguran la fijación de nitrógeno o una buena compatibilidad con la planta, por lo que es necesario definir las mejores cepas y con que variedades se producen los mejores rendimientos.

El objetivo del presente trabajo fue probar 17 cepas de *Rhizobium phaseoli*, y 3 variedades de frijol (*Phaseolus Vulga-*

ris L.). También determinar si existe interacción entre las --  
cepas de Rhizobium phaseoli; y las variedades de Phaseolus vul  
garis.

El presente trabajo pretende promover el desarrollo y el-  
estudio del uso de inoculantes, del cual no existen estudios -  
para la zona de N.L.

## REVISION DE LITERATURA

### EL FRIJOL

#### Introducción:

El frijol tuvo su origen en la frontera México-Guatemala-- desde el Sur de México, incluyendo las Antillas hasta Perú, -- Ecuador y Bolivia. El frijol se ha venido cultivando en México por más de 4000 años, según datos de restos arqueológicos. Este largo período en el que el frijol a estado bajo domesticación, aunado a la gran diversidad de condiciones ecológicas que prevalecen en las diferentes regiones agrícolas de México, han permitido adquirir a las especies cultivadas una variabilidad genética muy grande debido a mutaciones espontáneas, recombinación genética y selección. Aunque la principal utilidad de las leguminosas de grano como es el caso del frijol, radica en sus semillas, estas plantas tienen también múltiples usos en la -- agricultura, por ejemplo como abono verde, forrajes, ensilado-- etc, etc, (37).

#### Botanica del frijol.

El frijol es una planta herbácea anual, cuyas variedades-- prosperan en todos los climas de preferencia en los templados. Alcanza alturas hasta de 3000 MSNM. Pertenece a la familia legu-- minosas, sub familia papilionoideas, tribu Faseolas, sub tribu-- Faseolinas y género phaseolus. Las principales especies que se cultivan en México son: Phaseolus vulgaris.L. (frijol común); - P. coccineus.L. (frijol ayocote); P. lunatus.L. (frijol lima);

P. acutifolius. (frijol Terparry). La especie más importante -- desde el punto de vista agrícola es P. vulgaris. L. (37).

La raíz es de tipo fibroso: los tallos son herbáceos de crecimiento determinado o indeterminado; los dos primeros pares de hojas son simples y a partir del tercer par de hojas, son pinnadas trifoliales; la inflorescencia es un racimo (13).

#### Climas.

El frijol es una planta muy susceptible al frío necesitan por lo general, temperaturas cálidas o altas al principio del crecimiento; la temperatura óptima que necesita el frijol para germinar es de más de 8 °C. El frijol es muy susceptible a los excesos de humedad, por lo que hay que tener cuidado al efectuar los riegos, no le debe faltar humedad al momento de la siembra, en la floración y en el llenado de grano. La falta de humedad al momento de la siembra provoca baja germinación y la baja humedad en la floración produce la caída de las flores cuando la humedad ambiental es alta propicia el desarrollo de enfermedades foliares. Los climas templados son más adecuados para un mayor rendimiento, no toleran temperaturas menores de 2 °C porque las plantas mueren (35).

#### Suelos.

El frijol es una planta que no tolera los excesos de humedad, por tal motivo no se recomienda sembrarlo en suelos con mal drenaje o expuestos a encharcamientos, tampoco se recomienda sembrarlo en suelos donde se haya detectado excesos de sal porque esto afectaría a las plantas produciendo clorosis, poco

desarrollo y marchitez. Prospera mejor en suelos fértiles, ligeros y bien drenados como lo son los francos y los migajones -- arenosos, en suelos arcillosos el frijol no prospera debido a que las raíces se pudren y por consiguiente las plantas se secan; respecto al pH adecuado para el cultivo del frijol es de 5 a 6.5 aproximadamente (29).

#### Preparación del Terreno.

Comprende tres fases principales: Barbecho, rastreo y nivelación. La preparación del terreno debe iniciarse inmediatamente después de cosechar el cultivo anterior, con el propósito de incorporar los residuos del cultivo y las malas hierbas para que sirvan de abonos. Se debe rastrear hasta dejar completamente mullido el terreno para facilitar la siembra. Inmediatamente después de rastrear se debe nivelar el terreno lo mejor posible, para evitar encharcamientos al efectuar los riegos y por lo tanto la pérdida de plantas (28,41).

#### Método y Densidad de Siembra.

Puede ser la siembra en camas meloneras o en surcos; el espaciamiento entre surcos es de 60-90 cm. La siembra es preferible efectuarla en tierra venida y sembrar la semilla 6-8 cm. en el lomo del surco. Se recomienda una densidad de 45 Kg./Ha, y una distancia entre plantas de 15 cm (41).

#### Variedades y Epocas de Siembra.

Respecto a su hábito de crecimiento, las variedades se clasifican en variedades de mata o de crecimiento determinado,

variedades de semiguía o de crecimiento semi-determinado y variedades de guía o de crecimiento indeterminado. Referente a su ciclo vegetativo se clasifican en precoces intermedias y tardías. La duración del ciclo vegetativo fluctúa de 90 a 95, 100-105 y 110 a 120 días respectivamente (37,10).

VARIETADES RECOMENDADAS EN EL EDO. DE N.L., (26).

NORTE Y CENTRO.

Delicias 71.

Pintos Nacionales.

Flor de Mayo.

Jamapa.

Canario 101.

Agrarista.

SUP.

Flor de Mayo.

Bayo.

Bayo Baranda.

Debido a la variabilidad de las condiciones edáficas, climáticas, etc, del estado de N.L. no es posible establecer fechas de siembra con exactitud aún en zonas que cuentan con riego, pues varían las fechas de siembra debido a las condiciones ambientales. Una idea general de fechas de siembra para el estado de N.L. es la siguiente:

Para siembras de Primavera (ciclo temprano) la mejor época de siembra es la comprendida del 15 de Febrero al 15 de Marzo; y en siembras de Verano (ciclo tardío) la mejor fecha de siembra es del 1<sup>o</sup> al 30 de Agosto (37,26).

Riegos.

La frecuencia y el número de riegos están determinados --

principalmente por la textura del suelo, la precipitación pluvial y la evaporación; Si no llueve durante el ciclo del cultivo entonces además del riego de presiembra, son necesarios de 1 a 2 riegos de auxilio los cuales son generalmente suficientes para obtener la cosecha. En todo caso el cultivo nunca debe sufrir por falta de agua. Cuando esto sucede, el follaje se torna de color verde obscuro y si las condiciones de sequía prevalecen por un largo tiempo, el resultado es una reducción considerable del rendimiento. Es indispensable mantener el suelo con un buen contenido de humedad, particularmente durante la floración pues la falta de agua durante este período puede causar la caída de las flores, y consecuentemente una reducción drástica en la producción de vainas por planta (35).

Otros autores sugieren que además del riego de asiento en la presiembra, son necesarios de 1 a 2 riegos de auxilio o lluvias equivalentes, a fin de proporcionar humedad suficiente durante los períodos de floración y llenado de vaina principalmente (41).

#### Fertilización.

Las dosis de fertilización recomendadas para el Norte de México son: 40-40-0; 60-40-0; 30-46-0 también es común observar en todo México deficiencias de fierro en frijol, que se manifiestan por la presencia de clorosis ya que este elemento esta ligado a la producción de clorofila. Estas deficiencias se presentan en suelos alcalinos o altamente calcáreos, conteniendo fierro pero en formas no aprovechables. Estas deficiencias se controlan aplicando sulfato ferroso en aspersiones de 1 a 2 Kg. en 100 lts. de agua; agregando 20 grs. de detergente

como adherente en las primeras fases del desarrollo (35,37).

### Malezas.

Las malezas reducen considerablemente el rendimiento del frijol, llegando esta reducción al 69% cuando se presenta la competencia durante todo el ciclo vegetativo. La reducción del rendimiento depende del tipo de maleza y de las condiciones ambientales de la localidad, indicando que las malezas dicotiledóneas hacen mayor competencia que las monocotiledóneas, debido a su tipo de hoja ancha en comparación a las monocotiledóneas que tienen hoja angosta (1).

Para lograr los máximos rendimientos se requiere de un período limpio de malezas, de poco menos de la mitad del ciclo vegetativo de la variedad sembrada; así las variedades de ciclo vegetativo de 120 días requieren de un período limpio de malezas de 60 días, mientras que las variedades de ciclo vegetativo de 146 días requieren estar limpias de malas hierbas durante 80 días (12,37).

### Cosecha.

La cosecha se hará cuando la mayoría de las vainas estén maduras pero antes de que las plantas se sequen totalmente para evitar que las vainas se abran en el campo y se pierda la semilla. Si la madurez coincide con el período de lluvias, cortar las vainas maduras y protegerlas para evitar que la semilla se manche con el agua existente. Si la madurez es uniforme en todo el cultivo y se arrancan las plantas para realizar la-

trilla después, se debe de hacer esta labor por la mañana, antes de que el sol evapore totalmente el rocío de las plantas, de esta forma las vainas no se abren y consecuentemente no se pierde semilla en el campo (37).

#### Plagas.

##### Conchuela. (Epilachna varivestis)

Tanto las larvas como los adultos se comen las hojas y cuando son abundantes atacan vainas y tallos. Combatirlas cuando se encuentren adultos y larvas recién nacidas en el envés de la hoja bien distribuidas en el cultivo, ver tabla (1).

##### Chicharritas. (Empoasca fabae)

Estos insectos se encuentran en casi todas las zonas donde se cultiva frijol. Son de color variable, pero predominan los grises y verdes; miden de 2 a 3 milímetros de longitud y alrededor de 1 milímetro de ancho. La fase de huevo al estado adulto dura entre 15 y 25 días, por lo que se pueden presentar de 2-3 generaciones en un ciclo de cultivo. Combatir cuando aparezcan las larvas en el envés.

##### Picudo del ejote. (Apion godmani)

Este insecto mide de 1 a 2 milímetros de longitud y menos de 1 milímetro de ancho, y produce una sola generación al año. El daño principal es que los huevecillos son depositados en las vainas tiernas, y una vez que nacen las larvas se comen las semillas. Combatir un poco antes de la floración y durante esta.

##### Doradillas. (Diabrotica balteata)

Esta plaga se encuentra principalmente en las regiones agrícolas de clima tropical y se presenta en cualquier época del año. Los insectos tienen 8 milímetros de longitud aproximadamente, el ciclo de vida varía entre 30 y 40 días. Los adultos se alimentan de las hojas y producen unos agujeros de forma irregular; cuando la infestación es intensa también llegan a cortar las flores y los tallos. Combatir cuando se empiezen a notar los daños.

Minadores de las hojas. (Xenochalepus signaticollis)

Hay dos tipos de minadores: uno que vive comúnmente en zonas templadas donde son de importancia secundaria y cuyo daño se caracteriza por áreas blanquecinas, y el otro, el más dañino que es muy común en climas tropicales y causan graves daños. Las larvas se introducen en las hojas y forman pequeñas galerías; en muchas ocasiones las larvas destruyen totalmente las hojas del frijol. Combatir cuando se empiezen a notar los daños.

Mosca blanca. (Trialeurodes vaporariorum)

El adulto tiene de 1 a 2 milímetros de longitud y está cubierto de un polvillo de color blanco. Para pasar de huevecillo a adulto tarda aproximadamente 25 días. Cuando la infestación es muy intensa, las hojas se vuelven amarillentas, se enrollan y caen; la planta detiene su crecimiento. Combatir cuando la infestación es fuerte por el envés de la hoja.

Gorgojos. (Tribolium confusum; Cathartus quadricollis)

El adulto mide de 2 a 3 milímetros de ancho y el daño lo hacen

al perforar y destruir las semillas tanto en el campo como en el almacén. Las hembras depositan los huevecillos en pequeños agujeros que hacen en la vaina del frijol; las larvas nacen y se introducen en las vainas tiernas. Los adultos emergen entre los 15 y 45 días después de que las larvas entran en la semilla. El gorgojo puede completar en un año hasta 7 generaciones si las condiciones del medio le son favorables. Combatir antes de almacenar, siempre que el producto vaya a usarse para semilla y no para comer.

Gusanos trozadores. (Agrotis ipsilon; Spodoptera exigua)

Atacan las plántulas y se presentan generalmente en manchones o bien en forma generalizada, atacar si se considera que esta plaga se ha distribuido uniformemente en el lote. Atacan en el pie del vegetal o al ras del suelo, las plantas atacadas con frecuencia caen completamente.

Gusano saltarín. (Elasmopalpus lignosellus)

Esta plaga prefiere suelos de textura arenosa y condiciones secas. Su distribución inicial puede ser en manchones hacia los cuales hay que dirigir el control antes de que se generalice su presencia (30,37,41).

Araña roja. (Tetranychus telarius)

Las hojas de las plantas infestadas por arañas rojas, presentan una apariencia peculiar. Las que son infestadas ligeramente tienen manchas pálidas o manchones que se ven a través de la hoja. En las infestaciones fuertes la hoja entera presenta co-

lor claro, se seca tomando con frecuencia un color rojizo en manchones o alrededor de la orilla. Las plantas generalmente pierden su vigor y mueren. Hay muy pocas plantas de las cultivadas en el invernadero que no son objeto de daño por estas arañas. Las plantas de hojas duras y lisas son dañadas moderadamente. La araña roja pertenece a la clase Arachnida, orden Acarina, Familia Tetranychidae. La araña hembra adulta es de ocho patas y mide, más o menos 0.4 cm. de largo, variando en su color desde el verde pálido, a través del verde, hasta el café y el anaranjado. El macho es más pequeño 0.3 cm. de largo con cuerpo más angosto y abdomen puntiagudo. El ácaro se alimenta a través de sus partes bucales chupadoras, con las cuales chupa la epidermis de la hoja. Después de aparearse la hembra pone huevecillos en una proporción de dos a seis al día. Después de un período de incubación que varía de 19 días a 10 °C, a tres días a 18 °C, los huevecillos sin fertilizar incuban y producen machos y huevecillos fertilizados predominantemente hembras, el ciclo de vida desde la incubación hasta el adulto, varía de 19 días a 12.5 °C, a cinco días a 23 °C.

Medidas de combate. Las arañas rojas ocasionan el mayor daño en invernadero, donde las plantas son cultivadas a temperaturas elevadas y humedad baja. Generalmente son combatidas por medio de la espolvoración con azufre fino a razón de 2.5 a 5 Kg. por Ha. malatión 1.25 Kg. Paratión etílico 0.650 a 1.250 Kg. El combate más satisfactorio generalmente se puede obtener con la aspersion con Tedión, Kelthane o Aramite a razón de 0.125 Kg.

La destrucción de las hierbas en la vecindad del invernadero -  
resulta valiosa en la prevención de las arañas, al evitar su -  
acceso al interior (30).

TABLA (1).

Principales plagas del frijol y como combatirlas (30,37,41).

---

Plagas.	Con que combatirlas. Kg. o lt./ha.
Conchuela.	Sevin 80%, 2 gramos por cada litro de -- agua. Sevin al 4%, 20 a 25 Kg./ha. Paratión metílico al 25% polvo, 4 gramos/lt- de agua, Paratión metílico al 2%, 20 -- 25 Kg. Paratión metílico 59%, 2 gramos - por litro de agua. Hacer 2-3 aplicacio- nes durante la temporada.
Picudo.	DDT al 50% polvo, 4 gramos por litro de- agua. DDT al 5% 20-25 Kg. Paratión metí- lico al 25%, 4 gramos por litro de agua. Efectuar por lo menos 2 aplicaciones.
Chicharritas.	DDT al 50% polvo, 4 gramos por litro de- agua. DDT al 5%, 20-25 Kg./ha.
Doradillas y minado- res de la hoja.	Lo mismo que se recomienda para chicha- rritas.
Mosca blanca.	Paratión metílico o con malatión, mismas dosis que para conchuelas.
Gorgojos.	DDT al 5% polvo, de 1 a 1.5 Kg. por tone- lada de semilla. Fumigación con bromuro- de metilo, 10 cc por metro cubico de es- pacio en el almacen.
Gusanos trozadores.	Toxafeno 60 I. 4 lts. Clordano IOP 20 Kg. Heptacloro 2.5P 20 Kg. Toxafeno 20P 20Kg
Gusano saltarin.	Toxafeno=20 20 Kg. Diazinon-25 1.0 lt. - Toxafeno 60 3.0 lts.
Gusanos defoliadores.	Lannate 90 0.3 Kg. Sevin 80 1.0 Kg.
Arañas rojas.	Azufre fino 2.5 a 5 Kg/ha. Malatión 1.25- a 2.5 Kg. Paratión etílico 0.650 a 1.250 Kg. Tedión, Kelthane o Aramite 0.125 Kg.

## Enfermedades.

Las principales enfermedades del frijol son las que se --  
mencionan a continuación:

### Putrificaciones radiculares.

Causadas por varios hongos del suelo como (Phyrototrichum omnivorum), evitar sembrar donde se tenga antecedentes de esta enfermedad. El ahogamiento o secadera causado por (Rhizoctonia solani), el daño se puede disminuir evitando sembrar en suelos con mal drenaje el cual provoca encharcamientos donde puede -- proliferar esta enfermedad.

### Fizón común. (Xanthomonas phaseoli)

Enfermedad bacteriana propagada por el uso de semilla pro-  
veniente de campos infestados. Para su control usar semilla --  
certificada.

### Antracnosis del frijol. (Colletotrichum lindemuthianum)

Esta enfermedad se manifiesta en la raíz y en el tallo en  
forma de pequeños puntitos negros dando un aspecto carbonoso.-  
Para su control se sugiere eliminar los residuos de cosecha y-  
aplicar los riegos oportunamente.

### Roya o chahuixtle.

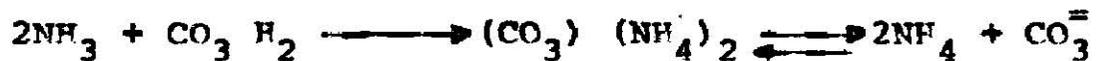
Causadas por el hongo (Uromyces phaseoli typica), evitar -  
su daño utilizando variedades tolerantes (37,41).

## CICLO DEL NITROGENO

El Nitrógeno existe en varias formas en nuestro medio ambiente. La continua interconversión de esas formas por procesos físicos y biológicos, constituyen el ciclo del Nitrógeno.- Altas cantidades de Nitrógeno existen en la atmósfera (78 por ciento por volumen). Pero las plantas no tienen moléculas aceptoras de este Nitrógeno libre y no lo pueden utilizar. Este Nitrógeno puede ser disponible para la planta por medio de organismos fijadores de este elemento, o por una pequeña fracción fijada por las tormentas electricas cantidad que va de 2-20 Kg /ha/año. Aunque la planta toma del suelo cantidades muy altas de Nitrógeno, este elemento no se agota porque en condiciones naturales regresa al lugar de donde proviene formando un ciclo En este ciclo la planta juega un papel muy importante ya que contiene proteínas vegetales, las cuales contienen Nitrógeno - Los animales al alimentarse de estas plantas las transforman a proteínas animales y desechos nitrogenados, los cuales pasan nuevamente al suelo. Otro camino de este ciclo lo constituye la muerte de la planta ya que bacterias y hongos de la putrefacción lo incorporan nuevamente al suelo (38,39).

El Nitrógeno en el suelo sigue el ciclo por tres caminos muy importantes los cuales son: Amonización, Nitrificación y -siguiendole en cierta forma un proceso de pérdida del Nitrógeno el cual es la Desnitrificación.

Aminización.  $R-NH_2 + NOH \xrightarrow{\text{Hidrólisis}} R-OH + NH_3 + \text{energía.}$

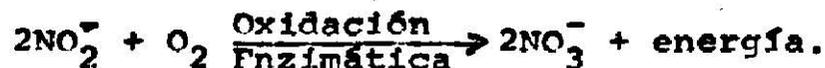


Los compuestos nitrogenados de los cuerpos de plantas y animales y los desechos nitrogenados, excretados por los animales sirven como fuente de alimento para muchos diferentes tipos de hongos y bacterias que causan la descomposición de la materia. Como resultado de esta descomposición se produce amoníaco  $NH_3$ . Parte de este amoníaco se escapa al aire. Pero su mayor parte reacciona inmediatamente con el agua para formar Hidróxido de Amonio ( $NH_4OH$ ). Los iones Amonio pueden ser absorbidos directamente por muchas plantas y ser utilizados como fuente de Nitrógeno.

Factores que favorecen la Amonificación:

- a) Cantidad de carbohidratos disponibles.
- b) Composición química del material nitrogenado.
- c) Microorganismos involucrados.
- d) Acidez, aireación y humedad del suelo (6,31).

Nitrificación.  $2NH_4^+ + 3O_2 \xrightarrow[\text{Enzimática}]{\text{Oxidación}} 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+ + \text{energía}$



El producto de la amonificación es el amoníaco que pasa a el suelo en forma de iones Amonio, este puede ser atacado por bacterias nitrificadoras y transformando a nitratos ( $NO_3^-$ ) otra forma aprovechable por la planta. Este paso es llevado a cabo en dos fases: a) Los compuestos de Amonio se transforman en nitritos ( $NO_2^-$ ). Esto es llevado a cabo por las bacterias Nitrosomonas y Nitrosococcus. b) La oxidación posterior de los

nitritos se debe principalmente a Nitrobacter, la cual oxida los nitritos a nitratos. Las condiciones que favorecen la Nitrificación son:

- a) pH alcalino.
- b) Inexistencia de grandes cantidades de carbohidratos en el suelo.
- c) Buena aireación (6,31).

#### Formas de pérdidas del Nitrógeno.

Ciertos organismos pueden reducir los nitratos hasta llegar a nitrógeno molecular. Estos organismos son conocidos como bacterias desnitrificantes. Siendo Bacterium denitrificans una de las especies mejor conocidas. La desnitrificación se favorece por una pobre aireación del suelo, las bacterias desnitrificantes son anaerobias facultativas; extraen oxígeno de los nitratos o nitritos. Más que usar oxígeno atmosférico, este oxígeno es utilizado para oxidar el hidrógeno de los alimentos orgánicos formando agua como uno de los productos finales. Otras pérdidas pueden ser debido a: Erosión; Lixiviación; Volatilización.

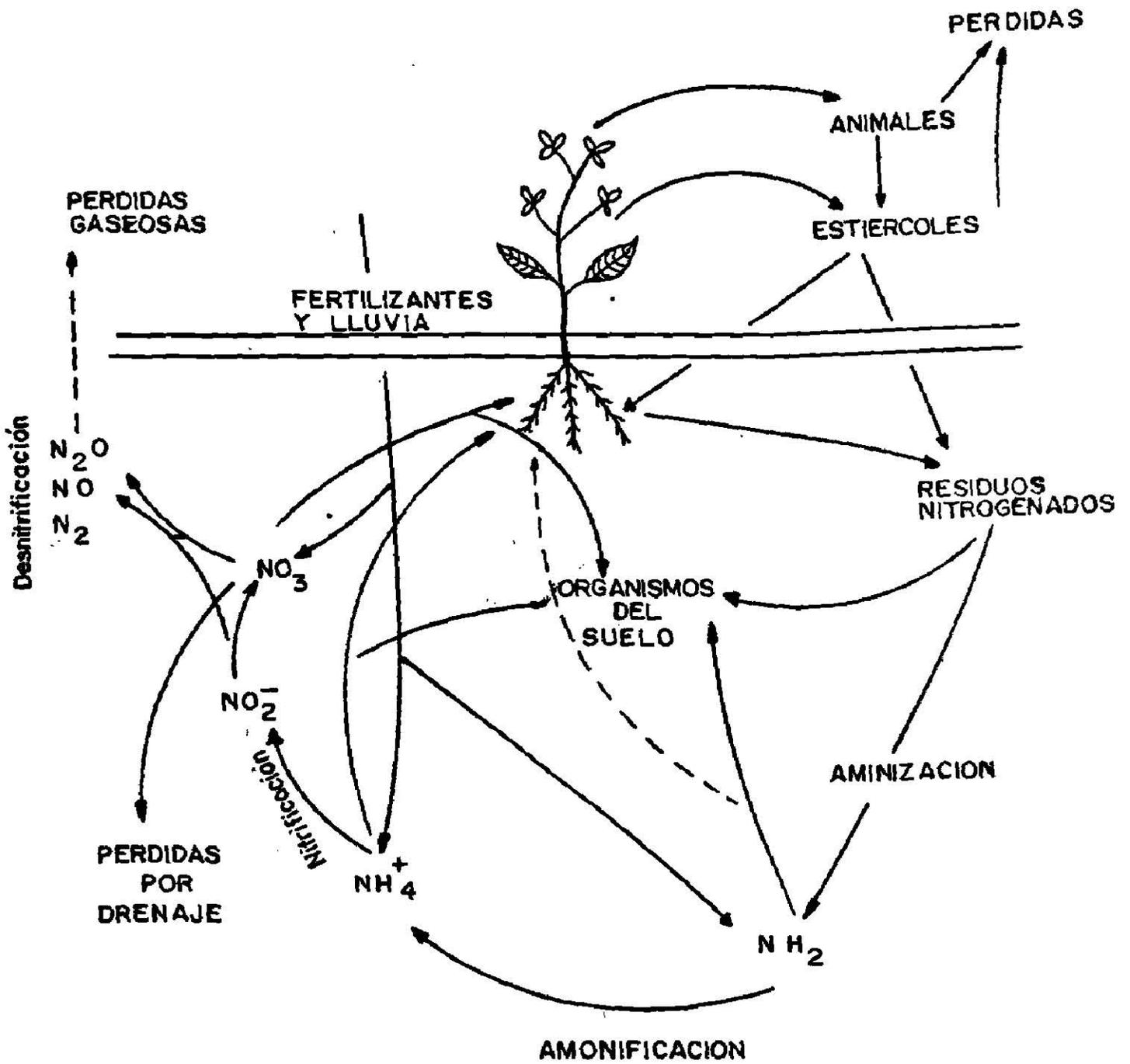
En condiciones naturales, el nitrógeno forma un doble ciclo aire-suelo, pero se mantiene estable. Así ocurren amplias variaciones estacionales, pues en invierno o en sequía la vegetación será pobre y los árboles estarán desnudos siendo alto el contenido de nitrógeno del suelo, cuando la vegetación es abundante, casi todo el nitrógeno estará como nitrógeno proteico en las células.

El hombre altera el ciclo natural al establecer poblaciones muy densas de plantas que extraen enormes cantidades de nitrógeno y al cosechar las plantas, frutos con lo cual retira - casi todo el nitrógeno absorbido y evita que regrese al suelo.

Las fuentes para incorporar el nitrógeno perdido pueden - ser por: Materia orgánica, abono verde, fijación de nitrógeno-atmosférico por organismos no simbióticos, fijación de nitrógeno atmosférico por organismos simbióticos y por fertilización. (38,43).

Figura 1.- Características principales del ciclo del nitrógeno

(6).



## INOCULANTES

### Antecedentes.

Hace ya muchos años se demostró que la vegetación de ciertas plantas mejora la tierra y al aumentar su fertilidad, estimula o favorece las cosechas venideras. Las plantas que producen tal estímulo resultaron ser de la familia leguminosae (40)

En 1886 dos científicos alemanes Hellriegel y Wilfarth reportan el descubrir que cierta bacteria después llamada Rhizobio, que se encontraba entre las raíces de las leguminosas inducía a la formación de nódulos. Beijerinck aisló el organismo causal de los nódulos en 1888. Mientras que el suelo es el -- habitat natural del Rhizobio éste no está presente en todos -- los suelos. Por otra parte muchas de las bacterias presentes -- de Rhizobio, son inferiores en calidad ya que hay cepas específicas para cada cultivo; la necesidad de suplir esa bacteria -- artificialmente marcó el desenvolvimiento de la industria de -- los inoculantes (9).

Los microorganismos radícolas utilizan el nitrógeno de la atmósfera y sintetizan compuestos nitrogenados. La planta recibe su nitrógeno de las actividades sintéticas de las bacterias y proporcionan a éstas su alimento; es decir que una y otra se benefician viviendo en común y esto es lo que se conoce como -- simbiosis (40).

Una asociación es establecida. La leguminosa proporciona el azúcar necesaria, o energía. La bacteria usa esta energía para cambiar el nitrógeno libre de la atmósfera en una forma que la planta pueda asimilar y usar para construir proteínas. Inoculación de leguminosas significa la introducción de semillas con bacteria Rhizobio, al suelo para habilitar las plantas para fijar o cambiar el nitrógeno atmosférico en nitrógeno aprovechable. El nitrógeno es indispensable para la vida porque es un ingrediente clave de las proteínas. El aire que nosotros respiramos es principalmente una mezcla de nitrógeno, oxígeno y gases. Alrededor del 80% es nitrógeno, para llegar a ser útil debiera combinarse con otros elementos, pero no es combinado por simple contacto con ellos esforzada una combinación con esos elementos por influencia de descargas eléctricas (rayos) o por descomposición bacteriana (18).

En el suelo existen dos clases de bacterias que se relacionan con el nitrógeno y viven libremente, pero cuyas características son muy diferentes ya que unas fijan nitrógeno del aire (nitrantes) en tanto que las otras solamente lo degradan del suelo (nitrificantes).

Las bacterias nitrantes simbióticas pertenecen al género Rhizobium del que existen diversas especies (38).

Los productos agrícolas remueven entre 100 y 110 millones de toneladas del nitrógeno del suelo cada año en todo el mundo. Si es considerado que el factor más importante en la conversión del nitrógeno del suelo es a través de la fijación de nitrógeno por organismos simbióticos y no simbióticos ya que se les atribuyen valores arriba de  $175 \times 10^6$  toneladas por año de nitrógeno fijado. Con la asociación Rhizobio-Leguminosas puede alcanzarse niveles hasta de 300 Kg. de nitrógeno fijado/Ha. por año (19).

La cantidad de nitrógeno tomado del aire y fijado por la bacteria depende básicamente de:

- a) La especie de la leguminosa.
- b) La efectividad de la bacteria.
- c) Las condiciones del suelo.
- d) La presencia de elementos libres de nitrógeno (18).

TABLA (2).

Cantidad promedio de  $N_2$  fijado/Ha. por diversas leguminosas -- por año.

Leguminosa	Kg./Ha.	Leguminosa	Kg./Ha.
Trébol ladino-----	224.3	Lentejas-----	115.6
Alfalfa-----	208.5	Kudzu-----	91.9
Lupino-----	169.5	Arveja-----	77.3
Trébol alsike-----	152.4	Soya-----	57.3
Trébol rojo-----	148	Cacahuate-----	49.8
Trébol dulce-----	140.3	Frijol-----	45
Trébol blanco-----	132.4		

(18).

## Taxonomía del Rhizobium.

El Rhizobio pertenece al: Reino.....Vegetal.  
Subreino.....Thallophyta.  
División.....Schizophyta.  
Clase.....Schizomycetes.  
Orden.....Eubacteriales.  
Familia.....Rhizobiaceae.  
Género.....Rhizobium.

(7).

El Rhizobium comprende uno de tres géneros en la familia-Rhizobiaceae, caracterizado por su habilidad de infectar e inducir la formación de nódulos en las raíces de las plantas leguminosas. Son células Gram-negativo en forma de vara 0.5-0.9- por 1.2-3 micrones; móviles cuando jóvenes comúnmente cambian a formas bacteroides. Su óptimo de temperatura es de 25 °C. Generalmente las bacterias se reproducen asexualmente por división sencilla (fisión) división del cuerpo progenitor en dos partes hijas más o menos iguales.

El género comprende seis especies: Rhizobium leguminosarum. R. phaseoli; R. trifolii; R. lupini; R. japonicum; R. meliloti.

La diferenciación de especies dentro del género es basado en las especies de plantas leguminosas en que las bacterias son capaz de generar nódulos (40).

Alrededor del 10% de las 12000 o más especies en la familia leguminosae han sido examinadas en la fijación de N<sub>2</sub> y -- aproximadamente el 90% de ellas poseen la habilidad de fija-- ción (39).

## Efectividad de cepas.

Hay casi tantas cepas de bacterias radícolas como plantas sensibles. Hay que conjugar la pareja adecuada; la planta y el rizobio han de ser perfectamente compatibles. Esta selectividad ha servido para reconocer grupos de interinoculación ó inoculación cruzada. Cualquiera de ellas dentro del grupo se puede inocular con un cultivo de las bacterias adecuadas, que comprenden varias cepas de notoria eficacia frente a todas las leguminosas del grupo. Regularmente se reconocen siete grupos: alfalfa, frijol, trébol, frijol de vaca, lupino, chícharo y soya (40).

Los grupos de inoculación cruzada son presentados en la tabla 3.

Varias leguminosas tienen preferencia por una bacteria específica. Una cepa puede producir excelentes resultados en una variedad pero puede ser pobre fijadora de nitrógeno en otras variedades (18).

Las diferentes cepas de *Rhizobium* difieren bastante en la capacidad de nitrógeno que fijan, y la misma cepa aún puede -- variar de acuerdo con la especie de la leguminosa que habite. (16).

Tabla (3). Grupos de Inoculación cruzada de asociaciones de Rhizobium Leguminosas.

Grupo de Inoculación Cruzada	Especies de Rhizobium	Género Hospedero	Leguminosas Incluidas
Alfalfa	R.Meliloti	Medicago	Alfalfa
		Melilotus	Trébol dulce
		Triagonella	Fenogreco
Tréboles	R.Trifolii	Trifolium	Trébol
Chicharo	R.Leguminosarum	Pisum	Chicharo
		Vicia	Algarrobo
		Lathyrus	Chicharos dulces
		Lens	Lenteja
Frijoles	R.Phaseoli	Phaseolus	Frijoles
Lupino	R.Lupini	Lupinus	Lupinos
		Ornithopus	Serradella
Soya	R.Japonicum	Glycine	Frijol soya
Cowpea	R.Japonicum	Vigna	Cowpea
		Lespedeza	Lespedeza
		Crotalaria	Crotalaria
		Pueraria	Kudzu
		Arachis	Cacahuate
		Phaseolus	Frijol lima

Fuente (43).

## Formación de los nódulos.

Las raíces de las leguminosas segregan diversos materiales orgánicos que estimulan el crecimiento de una microflora de la rizosfera. Alrededor de la parte exterior de la raíz de la leguminosa se forma una cepa específica membranosa, el objeto de esta membrana es evitar que las secreciones de la raíz escapen de la región inmediata adyacente a ésta, y que la flora de la rizosfera quede así concentrada en esa zona. Si en el suelo hay rizobios, crecen en la rizosfera y producen altas densidades de población. Una de las secreciones de la raíz es el triptófano que se transforma en la hormona vegetal ácido indolacético por los rizobios. Esta hormona induce el encorvamiento de algunos pelos radicales, proceso que es el prelude de la infección ver fig. 2 (5).

Estas bacterias se introducen a través de los pelos radicales o de otras células epidérmicas. Luego se multiplican con alta rapidez y forman largos filamentos en esos pelos y hacia el interior del parénquima radical; originan una rápida proliferación de los tejidos circundantes en las células corticales más internas de la raíz y así se inicia la formación del nódulo. Este esbozo empuja hacia afuera el parénquima y la epidermis y produce una tumefacción lateral en la raíz; el nódulo -- consiste en una masa de células parenquimatosas de fina membrana, generalmente llenas del germen específico (40).

Si la célula infectada es una célula diploide normal habitualmente es destruida por la infección sufriendo necrosis y -

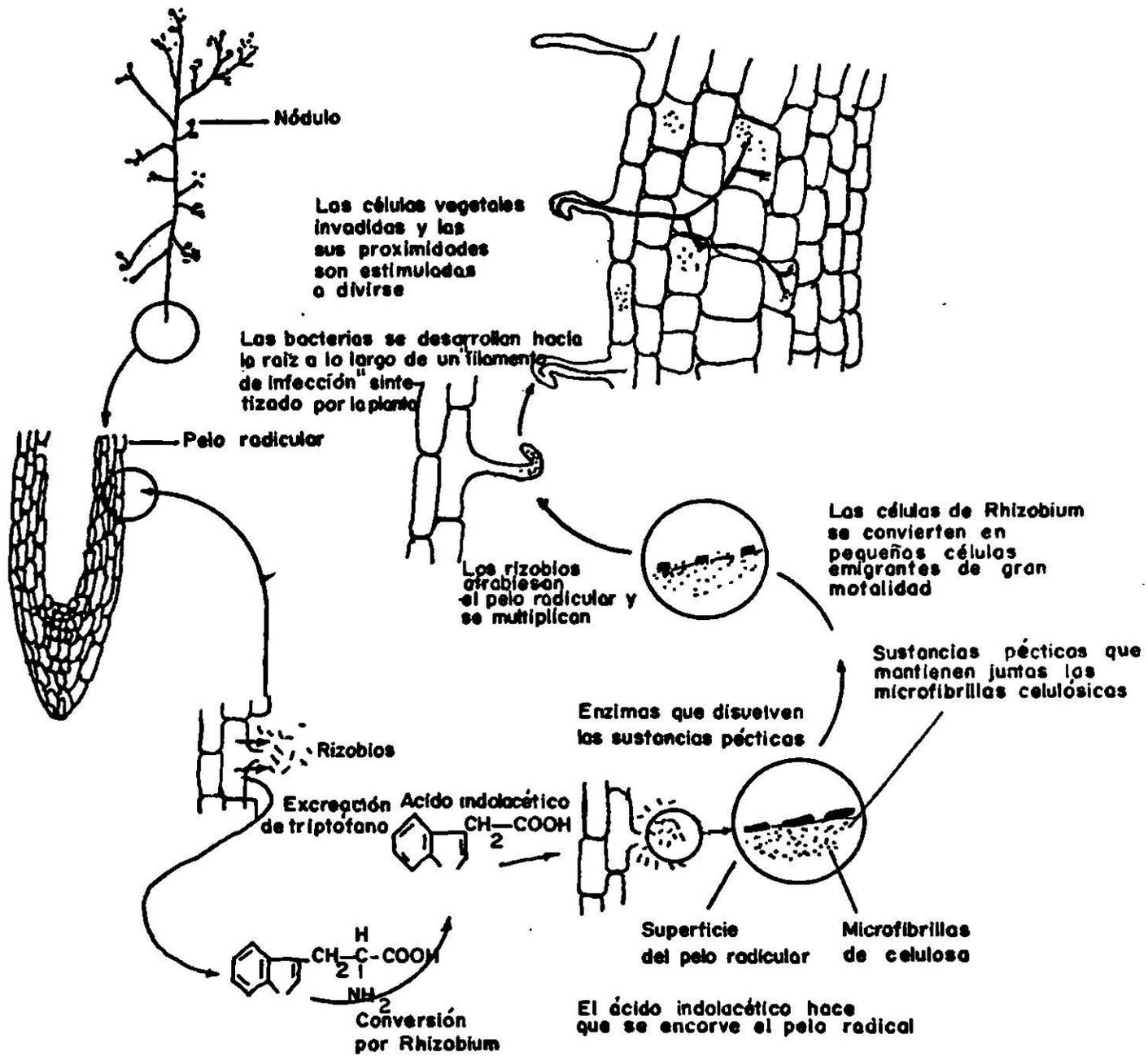
degenera sin embargo si es una célula tetraploide puede ser el predecesor de un nódulo; si es una célula tetraploide es infectada se estimula a dividirse. Las divisiones progresivas de tales células conducen a la aparición de un nódulo. Las bacterias típicamente se multiplican rápidamente dentro de las células tetraploides y quedan rodeadas individualmente o en pequeños grupos por porciones de la célula huésped. Las bacterias se transforman entonces en unas formas hinchadas deformes y a veces ramificadas llamadas bacteroides (5).

El nódulo consiste de: una zona meristemática la cuál no es infectada por la bacteria; una zona donde las células son infectadas por el rhizobio, pero con poca cantidad de rhizobio por célula y las cuales están aún en formación; una zona en la que las células son llenadas con microbios los cuales en este momento son bacteroides y una zona de degeneración (19).

Las leguminosas proveen a los bacteroides con carbohidratos los cuales ellos oxidan, varios de los electrones y ATP. - obtenidos durante esta oxidación son usados para reducir,  $N_2$  - para  $NH_4^+$ . el  $NH_4^+$  es entonces convertido en los otros compuestos nitrogenados, la mayoría de los cuales son absorbidos por las células cercanas y trasladadas a otros órganos (39).

La completa ausencia de nódulos indica que la planta deriva todo el nitrógeno del suelo, evidencia de nódulos es un signo de que la planta es beneficiada por el nitrógeno fijado. Si el color de un nódulo es rosa o rojo, esto indica alta actividad en la fijación de nitrógeno; si el nódulo es blanco, verde

Figura 2.- Etapas de la formación de un nódulo radicular (5).



o café es poca o nula la fijación del nitrógeno existente (18).

Existen cepas que nodulan bien pero no son eficientes en la fijación de nitrógeno; cepas que producen menos número y peso de nódulos, pero producen altos rendimientos. Tales resultados son comunes en que varias cepas pueden producir muchos nódulos pero fallan en una eficiente fijación de nitrógeno (2).

En un principio se tomó como criterio de efectividad la nodulación resultante en el sistema radicular de las plantas; sin embargo se ha observado que ha menudo una nodulación profunda no necesariamente corresponde a un rendimiento sobresaliente; también frecuentemente se observa lo contrario, es decir que una nodulación escasa corresponde a los tratamientos con mejores rendimientos. Por lo antes expuesto la efectividad de los inoculantes se ha medido ultimamente por el rendimiento final que se obtiene independientemente del número de nódulos desarrollados en las raíces (37).

La base más directa de evaluación es el nitrógeno total obtenido por la planta a raíz de su asociación con un rhizobium específico. Sin embargo la cantidad de trabajo, que supone su determinación es considerable, puede limitar seriamente la magnitud de los experimentos y tal vez no se justifique. Cuando las condiciones experimentales son tales que el nitrógeno asimilable es el principal factor limitativo del desarrollo de la planta, la simple determinación del peso de ésta, es probablemente lo más adecuado. El nitrógeno total y el rendimiento de la planta están en realidad muy correlacionados, aunque puede -

perderse cierto grado de diferenciación cuando se usa peso seco, debido a la mayor concentración de nitrógeno, en el tejido de plantas con una adecuada cantidad de este elemento, que en las plantas deficientes. La relación entre el rendimiento y el % de nitrógeno puede diferir algunas veces según que las plantas reciban nitrógeno fijado simbioticamente o nitrógeno combinado asimilable (44).

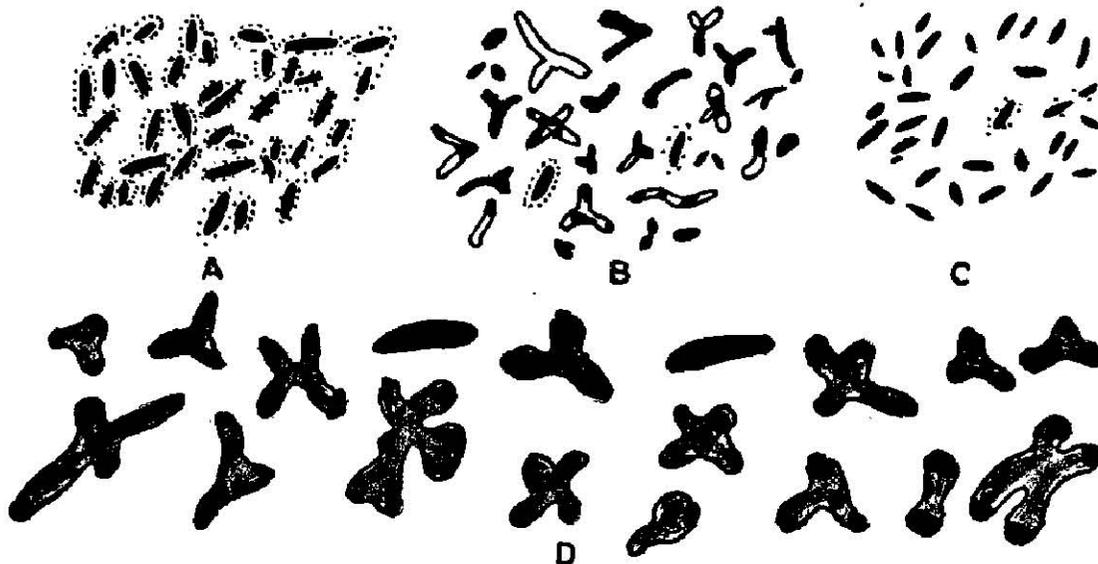
Virtanen ha observado dos tipos de nódulos; uno de ellos fijaba activamente nitrógeno y el otro no. Según Virtanen los nódulos inactivos contenían solamente bacilos rodeados de una capa glutinosa; los activos presentaban formas bacteroides visiblemente hinchadas. Se supone la capa glutinosa en torno a los microorganismos inactivos entorpece la nutrición y absorción de oxígeno. Los nódulos radicales que fijan activamente nitrógeno contienen un pigmento rojo, mientras que los nódulos inactivos carecen de este pigmento. El pigmento rojo químicamente es una hemoproteína con bandas de absorción similares a la de la hemoglobina, Virtanen lo denominó leghemoglobina. El pigmento verde es asimismo una cromoproteína. Sin embargo las bandas de absorción de los pigmentos verde y rojo no son iguales, ver fig. 3 (40).

Ni la planta ni el rhizobio solos sintetizan leghemoglobina pero la formación es inducida a través de la interacción simbiótica. La leghemoglobina tiene probablemente una función directa en la fijación de nitrógeno, quizás manteniendo un potencial redox reducido en el ambiente del nódulo (5).

La fijación de nitrógeno en los nódulos, depende de la re l a c i ó n simbi ó t i c a entre las bacterias y el hospedero; ninguno- de los 2 simbion tes es capaz de utilizar el nitrógeno atmosfé rico en ausencia del otro (16).

Generalmente cuando la leguminosa madura, el nitrógeno -- formado en los nódulos es proporcionado para la formación de las proteínas en el tallo y semillas, en las primeras etapas los nódulos pueden contener 5-8 % de nitrógeno pero en la madu ración de las semillas ellos no son ricos en nitrógeno. Los nódulos son desintegrados en la etapa de formación de semillas (18).

Figura 3.- Bacilos y bacteroides procedentes de nódulos ra d i c a l e s. A, bacilos de un nódulo blanco inactivo; B, bacte roides de un nódulo rojo activo; C, bacilos de un nódulo verde inactivo; D, diversas formas de bacteroides. (40).



Con el tiempo, el nódulo se deteriora, liberando bacteri- as al suelo. Las formas bacteroides son capaces de dividirse, pero siempre hay un pequeño número de células bacilares que --

han permanecido inactivas; éstas proliferan ahora, usando como nutrientes algunos de los productos del nódulo deteriorado y pueden iniciar el proceso de infección en otras raíces (5).

Cuando los nódulos se desprenden de las raíces de la planta leguminosa y se descomponen, muchas de las bacterias regresan a el suelo. Si la reacción química del suelo es favorable, suficiente humedad y temperaturas no altas, esas bacterias se establecen en el suelo, para el siguiente ciclo.

Sin embargo esa persistencia en el suelo puede ser baja por condiciones desfavorables de suelo, tales como acidez, baja fertilidad y la presencia de substancia antibioticas, manteniendo el PH entre un nivel de 5.5 y 7 . F Inoculando cada año se mantiene un suministro adecuado de nitrógeno (18).

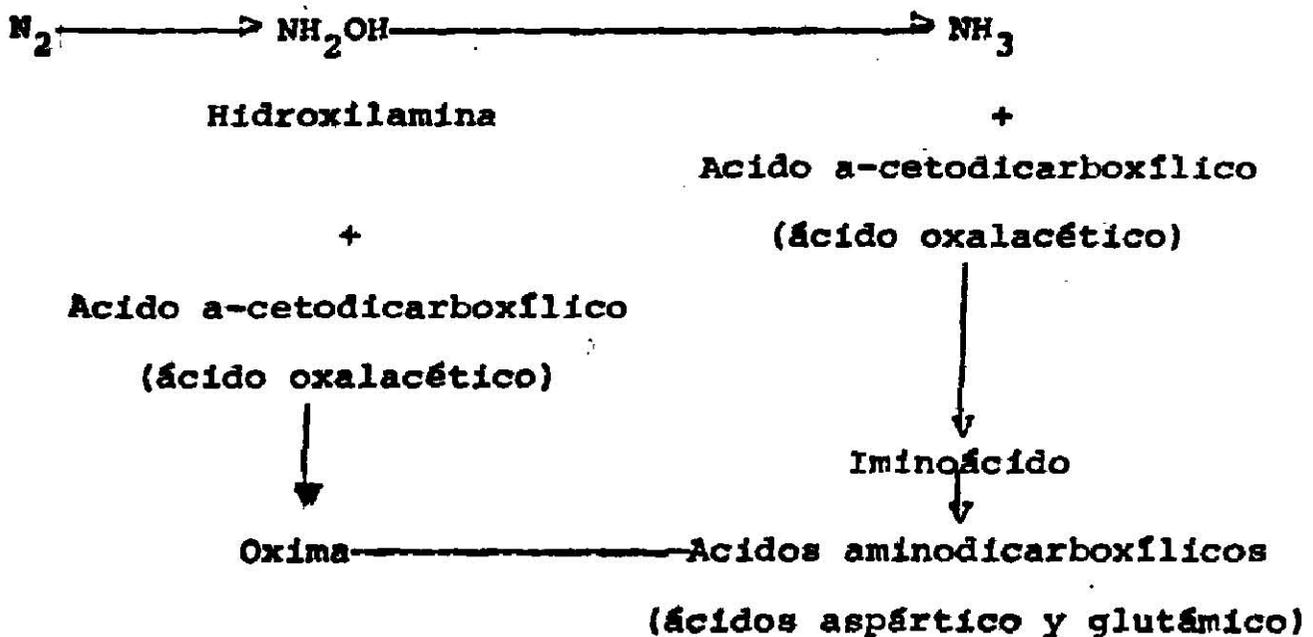
#### Teorías de la Fijación.

Teorías para explicar el mecanismo de la fijación biológica de nitrógeno.

- 1) Teoría de Virtanen. Se inoculan legumbres con un microorganismo activo de nódulo radical y se siembran en un cultivo esterilizado exento de nitrógeno. En cuanto se forman nódulos, aparecen compuestos nitrogenados, que pasan al suelo desde los nódulos radicales, y no desde las raíces. En algunos casos se elimina más de la mitad del nitrógeno total fijado, y abunda más en plantas jóvenes, donde los nódulos continúan desarrollándose y no muestran signos de decadencia. El nitrógeno eliminado es principalmente amínico, en forma de áci--

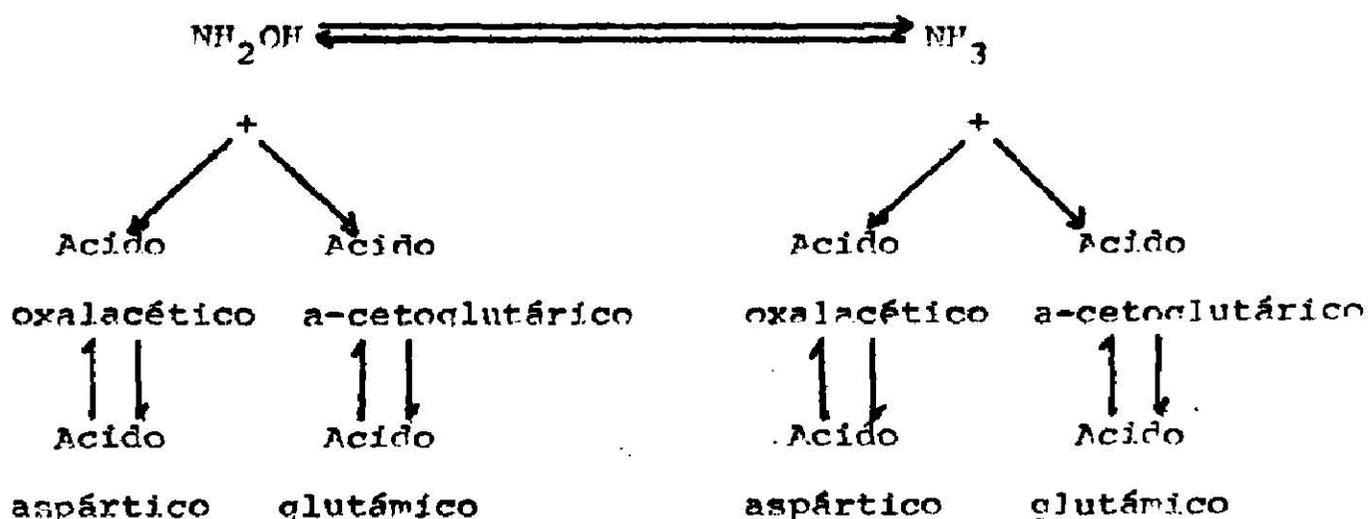
dos L-aspártico y L-glutámico; también se encuentra algo de B-alanina, procedente del ácido L-aspártico por -descarboxilación. En los productos eliminados se encontraron también pequeñas cantidades de  $N_2$ , de oximas y de nitritos, Virtanen propuso el siguiente esquema de fijación biológica del nitrógeno. ver figura (2).

Figura (4). Esquema de la fijación de Nitrógeno según Virtanen (40).



2) Teoría de Burris y Wilson. Como compuesto nitrogenado central se toma hidroxilamina, de la que se obtiene amoníaco por reducción y que puede reaccionar también directamente con un cetoácido. El esquema de estos autores es el reproducido a continuación:

Figura (5). Esquema de la teoría de Burris y Wilson (40).



Ambas teorías postulan la formación de ácidos aminodicarboxílicos como aminoácidos primarios en la fijación biológica del nitrógeno.

#### Forma y producción de inoculantes.

El primer requerimiento de la inoculación es que proporcione a la semilla un número suficiente de rizobios apropiados. El segundo es que la bacteria debe ser aplicada en una forma y bajo condiciones que le permitan sobrevivir. En tercer lugar - el medio donde este la semilla debe permitir la colonización - de la rizosfera por el rizobio, la formación del nódulo y su funcionamiento efectivo. Ensayos en invernadero sirven para una clasificación inicial y permiten un rápido examen sobre pérdidas de la capacidad simbiótica. También son esenciales en ensayos más rigurosos con las cepas más prometedoras en una o más diferentes situaciones de campo. Un medio ambiente particular (temperatura, pH, suministro de nutrientes) y variedad del -

huésped pueden afectar a las cepas de distintas maneras (44).

#### Cultivos en agar.

Los cultivos sobre agar pueden ser convenientemente producidos para satisfacer una demanda relativamente pequeña, particularmente si esto se combina con las necesidades para cultivos diversos y algo más especializados. El rendimiento de un buen desarrollo en un tubo inclinado con 10cc de agar es alrededor de  $10000 \times 10^6$  bacterias. Para cultivos mantenidos a temperatura ambiental la sobrevivencia es mediana y buena cuando se les refrigera. Las células de esta forma de cultivo, no sobreviven muy bien sobre las semillas, pero esto puede ser mejorado con el uso de soluciones al 10% de sacarosa o maltosa en lugar de agua para la suspensión (44).

#### Cultivos líquidos.

Los cultivos líquidos se utilizan específicamente cuando un programa de inoculación es suficientemente grande e intenso y existe una buena coordinación entre el laboratorio de producción y el campo. Como en los cultivos sobre agar, la sobrevivencia del rizobio en la superficie de la semilla es, en este caso pobre. Si se usan cultivos suspendidos de rizobio liofilizados es aún peor (44).

#### Cultivos de turba.

La producción es gran escala de estos cultivos se realiza generalmente en un proceso de dos etapas: el desarrollo del rizobio en cultivo líquido; y su uso para la impregnación de la-

turba o de la mezcla suelo turba. En la practica esto se consi-  
gue por uno de los dos caminos siguientes: a) El cultivo se de-  
sarrolla en una cantidad grande de medio liquido hasta conse-  
guir un recuento viable alto. Se mezcla entonces la suspensión  
con turba finamente molida parcialmente seca y no estéril has-  
ta poder llegar a obtener la humedad deseada. La mezcla se de-  
ja madurar algunos días y después se envasa. El éxito de este-  
método dependera de haber agregado una cantidad suficientemen-  
te alta de rizobios con el caldo como para establecer una po-  
blación inicial abundante y usar una calidad de turba y condi-  
ciones de almacenamiento intermedio que permitan una aprecia-  
ble multiplicación posterior. b) Un cultivo puro relativamente  
bien desarrollado se agrega asepticamente a la turba o a un --  
portador similar que ha sido esterilizado previamente. En este  
método el portador esterilizado, que puede ser enriquecido de-  
diferentes maneras, es el medio en el cual se realiza una gran  
parte del desarrollo del cultivo. Su éxito depende de la efica-  
cia de la esterilización y de la exclusión de contaminaciones-  
posteriores (44).

#### Aislamiento de Rhizobium. in vitro de nódulos de leguminosa

Se cortan los nódulos de la planta escogiendo los más ro-  
sados o cafes y de mayor tamaño, los blancos no. Se lavan en -  
agua oxigenada una vez y después en agua estérilizada 6 ó 7 --  
veces. En una placa con medio ELMA exprimir los nódulos con --  
unas pinzas que previamente hayan sido desinfectadas, al mismo  
tiempo de exprimirlos en las placas tomar una muestra para ha-

cer una frotis fijandolo al calor y hacer tinción de Gram. Después de exprimir el contenido de los nódulos en la placa, sembrar por estrias en 4 campos. Incubar las placas a 30 °C de 24 a 48 horas. Cada vez que haya crecimiento de colonias hacer -- frotis y tinción de Gram para observar la pureza del cultivo.- Si está contaminado volver a sembrar en placas hasta que se -- observe puro, haciendo tinción de Gram en cada resiembra. Cuando el cultivo se observe puro reseñar a tubos con ELMA.

#### Técnica de tinción de Gram.

1 minuto-. Cristal violeta y lavarlo con agua.

1 minuto-. En iodo de Gram y lavarlo con agua.

gotas de alcohol (lavarlo).

1 minuto-. En safranina y lavar con agua.

#### Observación de colonias:

Características: gomosas, redondas, blancas, algunas veces rosadas.

#### Características morfológicas microscópicas:

Bacilos-. Bacilos cortos y sin pared celular.

Bacteroides-. De forma corta y con pared celular.

#### Medio de cultivo extracto de Levadura Manitol.

Medio ELMA ----- pH 7

K<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub> ----- .5 g

Mg SO<sub>4</sub> ----- .2 g

Na Cl ----- .1 g

Manitol ----- 10 g

Extracto levadura- 1 g  
Agar -----20 g  
Agua destilada----1000 ml.  
(9,44).

#### Cuentas viables.

Las cuentas viables se hacen con el fin de observar cuantas células vivas tiene el inoculante, para ser efectivo debetener por lo menos un millón de células vivas en un gramo.

#### Procedimiento:

Se colocan 9 ml. de solución salina al 85 % en seis tubos de ensaye; agregar al primer tubo un gramo del inoculante y -- homogenizar. Con una pipeta estéril pasar un ml. del primer tubo al segundo y homogenizar; con otra pipeta estéril pasar del segundo tubo al tercero un ml. de la solución y así sucesivamente hasta llegar al sexto tubo. De las últimas tres diluciones plaquear un ml. en una caja de petri con medio ELMA por duplicado. El .1 ml. de las diluciones se extiende con una asa Dryglasky (desinfectada previamente con alcohol y quemarla al mechero dejandola enfriar), las cajas se incuban a 30 °C por 24 a 48 hrs; al haber crecimiento de las placas se hace un recuento de colonias. Esto se puede hacer ayudado por un contador de colonias (9,44).

#### Técnicas de Inoculación.

Poco después de una lluvia es el tiempo ideal para inocular y sembrar la semilla. No es recomendado plantar las semi--

llas inoculadas en seco; sin embargo con el uso de adhesivos o preparaciones comerciales se puede alargar la vida de la bacteria en estos casos (18).

La semilla en general prové un pobre sustrato para el rizobio; éste muere rápidamente bajo condiciones de sequía, tiempo en la semilla o en el suelo. La razón de la muerte varia dependiendo de la especie de rizobio, forma y cantidad del inoculo, temperatura, humedad relativa y muchos otros factores. Ciertos aditivos como sacarosa, dextrina, maltosa y goma arabiga - alargan la sobrevivencia del rizobio en la semilla (9).

La sobrevivencia de las bacterias suspendidas sobre las semillas se mejora agregando 10% de azucar o 40% de goma arabiga neutra al medio donde los organismos esten suspendidos. Goma arabiga (goma acacia) o una celulosa sustituida proporcionan un adhesivo conveniente. La goma que es de un color castaño oscuro contiene sustancias acidas dañinas y no debe ser usada.

Goma arabiga-.

Disolver 100 g. de goma arabiga en 230 cc de agua potable y -- agitar.

Celulosa sustituida-.

Agregar 14 g. de adhesivo a 280 cc de agua potable y dejar que se espese manteniendolo durante una noche en un lugar fresco.

(44).

## Inoculación y recubrimiento de la semilla.

Mezclar el inóculo (70 g. de cultivo de turba) con el adhesivo mezclando bien con la semilla lo más pronto posible.

Las semillas son inoculadas antes de la plantación agregando - una pequeña cantidad de agua a el inoculante con el adhesivo, - mezclando bien por lo menos durante 5 minutos. Una alternativa es el método de humedecer la semilla primero con agua y entonces mezclar el inoculante con la semilla (9,44).

Tabla (4).

Cantidad de semilla a inocular según el tamaño de esta.

---

Semilla pequeña. ----- 7 Kg.\*

( ej. Trébol blanco)

Semilla mediana. -----15 Kg.\*

( ej. Trébol subterráneo)

Semilla grande. -----28 Kg.\*

( ej. Vicia, Arveja)

\* Cantidad de semilla para 70 g. de cultivo de turba.

(44).

---

Deben ser tomadas precauciones en la inoculación de semillas para evitar dificultades en siembras mecánicas. Semillas muy húmedas, pegajosas o de apariencia deforme no pasan fácilmente a través de la sembradora mecánica dificultando la siembra (9).

Hay inoculantes en polvo humus y en forma líquida aunque-

en México los primeros son los que se usan más profusamente. La materia inerte (turba) usada en la mezcla, el contenido de humedad y el tipo de envase usado, tiene mucho que ver en la sobrevivencia de los microorganismos.

Un buen inoculante o una inoculación eficiente tiene las siguientes características:

- 1) Debe ser específico para el cultivo.
- 2) Debe usarse de acuerdo con la región recomendada o donde experimentalmente ha demostrado su efectividad.
- 3) Deben usarse 115 a 250 gramos de producto por cada 100 Kg. de semilla. Esto depende del número de bacterias por centímetro cúbico, por lo que se aconseja ajustarse a las indicaciones del fabricante.
- 4) Debe inocularse según las indicaciones del envase.
- 5) Nunca debe inocularse más semilla de la que pueda sembrarse en un día.
- 6) La semilla sembrada o el inoculante no debe exponerse al sol.
- 7) No debe usarse después que la fecha de caducidad se ha vencido.
- 8) El producto, debe transportarse y almacenarse en condiciones de baja humedad y temperatura antes de usarse.
- 9) Las bolsas envases o recipientes en donde venga el producto no deben estar rotos o deteriorados.

(37).

## Supervivencia del Rhizobio. después de la Inoculación.

La supervivencia del rizobio una vez que ha sido inoculado y sembrada la semilla depende de varios factores tales como

- 1) Cultivos de Rhizobium con medios de cultivo de turba estan-  
mejor equipados para sobrevivir que otros tales como culti-  
vos en Agar o Liofilizados.
- 2) Ciertas especies de Rhizobium sobreviven más que otras.
- 3) Ciertas semillas son más favorables que otras para la sobre-  
vivencia del Rhizobio.
- 4) Altas temperaturas causan bajas en la población del Rhizo--  
bio (9).

Ensayos de campo con inoculación de Rhizobium en frijol -  
no son consistentemente logrados. Razón de ésta inconsistencia  
incluyé invasión en las plantas por bacterias nativas; cepas -  
inefectivas de Rhizobium o él fracaso en él proceso de inocula-  
ción (25).

Una causa de que no siempre haya una respuesta favorable-  
a la inoculación es que: Las bacterias nativas del suelo compi-  
ten con las bacterias del inoculante y ésta competencia es des-  
ventajosa para el inoculante ya que las bacterias del suelo se  
encuentran en mayor número aunque no sean tan efectivas como -  
las del inoculante (33).

## Número de bacterias de Rhizobium por semilla.

El número de Rhizobium por semilla para brindar una buena  
nodulación bajo condiciones de campo es de 50 a varios miles -

de células por semilla (9).

Pero Dart citado por Hardaker y Hardwick (25) indica que arriba de un millón de células por semilla pueden ser necesarias para asegurar una buena inoculación y Roughley citado también por los autores anteriormente mencionados muestra que 100 células por semilla pueden ser suficientes para asegurar una buena inoculación bajo buenas condiciones y puede necesitar -- más células por semilla bajo condiciones adversas.

El número de rizobios que recibe la semilla inoculada dependerá del número existente en el inoculante, del tamaño de la semilla y del peso de ésta, tratada con un volumen dado del inóculo suspendido.

El tamaño del inóculo aplicado estará dado por:

$$n = \frac{r \times s}{p}$$

n-. Número de bacterias de Rhizobios por semilla.

r-. Rhizobios contenidos en 100 cc de la suspensión.

s-. Peso promedio de las semillas.

p-. Peso de la semilla tratada con 100 - cc de la suspensión inoculante.

Nota-. Agregando 100 cc de la suspensión de inoculante a una cantidad adecuada de semilla para que se cubra uniformemente (44).

## Tamaño del Inóculo.

Montiel y Lopez (33). Probando un inoculante a diversas dosis en 3 cultivares de frijol, no encontraron respuesta a los tratamientos. Concluyendo que quizás debido a sustancias antibióticas en la turba producidas por actinomicetos, que se encontraron en ella; características genotípicas de cada huésped hacia la susceptibilidad a la infección por Rhizobium; El grueso del inóculo no influye en mejorar la nodulación sino la capacidad de virulencia y sobrevivencia de las bacterias.

Se ha observado que el tamaño del inóculo tiene gran importancia en los diferentes cultivares de una leguminosa para establecer una buena nodulación debido a:

- a) Poder infectivo de la cepa que invade.
- b) La susceptibilidad del huésped a la infección.

Montiel y Lopez (33). Reportó que experimentos hechos por las industrias Nitragin demuestran que algunas investigaciones se tiene mejor respuesta a mayor dosis de inoculantes.

Interacción del Rhizobium con el medio ambiente y con algunas practicas comunes en la agricultura.

Efecto del agua en la interacción Rhizobium-Leguminosas.

El papel del agua es principal en algunos procesos biológicos excesos de agua o insuficiente agua puede ser directamente perjudicial para la nodulación y procesos de fijación de Nitrogeno.

Doku citado por Lindemann (27) estudiando el efecto de -- agua en la nodulación de la planta chicharo de vaca en los sue los tropicales encontró significancia en el hecho de que cuan do la humedad del suelo fue incrementada, la nodulación y peso seco de las plantas se incrementaron. Laminas de riego altas - incrementaron la talla o bien el número de nódulos. La experi- mentación mostró que los nódulos son eficientes conservadores de agua; pero es necesario absorber 20 ml. de agua para trans- portar 0.1 gramos de Nitrógeno dentro de la planta. Excesos de agua muestra en los nódulos una marcada necrosis y degenera- ción de los tejidos bacteriales. La fijación de Nitrógeno se - ve más afectada por condiciones de excesos de agua que en con- diciones de deficiencia de agua o "stress".

Tsungmin y Boersma citados por Lindemann (27) demostraron que deficiencias de agua tienen un efecto directo en la razón de Nitrógeno fijado; concluyeron que el efecto de la planta en condiciones de "stress" en fijación de Nitrógeno fue debido a la traslocación de carbohidratos a los nódulos de la raíz.

El efecto del exceso del agua es parcialmente debido a la difusión de los gases donde la concentración de  $O_2$  incrementa la razón de fijación de Nitrógeno y respiración, los nódulos - requieren agua para mover sus productos fijados.

La superficie exterior del nódulo es afectada por condi- ciones de "stress" y excesos de agua. Lomos prominentes en el nódulo llamados lenticelas se contraen en condiciones de ----- "stress" y se inflan con excesos de agua. Los nódulos están me

nos aptos para condiciones de excesos de agua que a condiciones de "stress".

El óptimo contenido de agua es cerca de la capacidad de campo, fuera de este límite la nodulación y fijación de nitrógeno se ven alterados (27).

#### Fotosíntesis.

El proceso de la fotosíntesis es muy importante en la relación simbiótica de la bacteria y del hospedero. Si la bacteria utiliza más carbohidratos que la cantidad de  $N_2$  fijado, es ta estará actuando como un parasito, lo cual se puede observar claramente en los cultivos anuales y perenes.

Es importante que el proceso fotosintético siempre sea -- abundante y que la cantidad de carbohidratos utilizados por la bacteria sean menor que la cantidad de  $N_2$  fijado. Esto se puede controlar con el momento de cosecha. Sin embargo se debe -- admitir que cuando el período de cosecha esta cercano, sobre -- todo en los cultivos anuales, la mayoría de las bacterias actu an como parásitos debido a la reducción en la fijación de  $N_2$  . (43).

#### Temperatura.

La temperatura tiene gran influencia en la nodulación y fijación de Nitrógeno y supervivencia del Rhizobium en el suelo los nódulos tienden a formarse más rápidamente bajo condiciones de alta temperatura, con un óptimo entre 25 °C y 35 °C. (19).

Small consultado por Fernandez (19) menciona que la óptima temperatura para nodulación de plantas entre 17 y 33 °C fue de 29 °C; concluyendo por otra parte que la óptima temperatura para nodulación fue excelente para la fijación de Nitrógeno.

Potencial Hidrógeno.

El pH del suelo es un factor muy importante en la nutrición y en general en la vida de la planta; los cultivos toleran mejor la alcalinidad y se considera que los suelos cultivables tienen un pH entre 5 y 9. Puede considerarse que el pH del suelo es importante en la vida de la planta por cuatro razones:

- a) Por causar deficiencias de algunos elementos en la planta.
- b) Por inducir exceso nocivo de ciertos elementos en la planta
- c) Por interaccionar con ciertos patógenos.
- d) Por un efecto directo en el desarrollo del vegetal.

(38).

Condiciones de acidez del suelo limita la nodulación y su pervivencia del Rhizobium, cuando el pH es cercano a 5.2. Este efecto posiblemente es complicado por el incremento de niveles de Aluminio o Manganeso y seguido de deficiencias de Molibdeno (19).

Suelo.

Se le puede usar como un medio para estudiar un problema de nodulación y fijación bajo condiciones ambientales más controladas o cuando se sabe que un determinado suelo carece de tal o cual Rhizobium, como una manera de estudiar la interacción Rhizobium-planta con un medio ambiente más natural para -

las raíces. El suelo no es apto para conjuntos sin drenaje, -- porque las acumulaciones de nitratos en esas condiciones probablemente basta para inhibir o frenar la nodulación. Esta dificultad puede obviarse en grandes conjuntos con crecimiento previo de gramíneas o la anticipada incorporación de materia orgánica con una amplia relación C:N (por ejemplo paja de cereales finamente picado) (44).

#### Pesticidas.

En la agricultura moderna se utilizan infinidad de pesticidas para control de malezas, plagas y enfermedades en cultivos; frecuentemente son sustancias de complejidad química y con gran actividad fisiológica. El efecto de estas sustancias en la simbiosis *Rhizobium Leguminosa*, los trabajos ponen de manifiesto una inhibición o disminución en las tasas de fijación de Nitrógeno.

Trejo y Valdéz (22) probando el efecto de 5 pesticidas -- 3 fungicidas (Arasan, Brasicol, Captan.) y 2 insecticidas (Furadan, Malathion) midiendo los parámetros: 1) Número de nódulos/planta, 2) Peso seco de nódulos, 3) Peso seco de la planta. Concluyeron que cuando el tiempo de contacto semilla tratada inóculo es de 3 hrs. la disminución en el número de nódulos se presenta de mayor a menor grado en los siguientes pesticidas: Brasicol, Captan, Furadan, Malathion y Arasan. Y cuando el contacto es de 24 hrs. el orden es el mismo.

El peso seco de nódulos y de las plantas también se ve afectada, este efecto se pone de manifiesto con altas y bajas en el-

caso de Malathion y Brasicol.

Fischer y Tasistro (20) investigando el efecto de diversos herbicidas sobre la simbiosis Rhizobium phaseoli-Phaseolus vulgaris. y evaluando los parámetros : Peso seco de la parte aérea de la planta, peso seco de la raíz y peso seco de nódulo siendo este parámetro el más afectado por los herbicidas.

Considerando los tres parámetros en su totalidad Bentazona y Trifluralina resultaron relativamente inocuos; EPTC y Acifluorfen produjeron daños moderados; Dinoseb produjo inhibiciones moderadas a severas; Alcalor, Linuron y Prometrina inhibiciones severas; Dalapon inhibiciones muy severas.

El efecto inhibitorio apareció también en las parcelas no inoculadas de lo que concluyeron que un efecto inhibitorio de la simbiosis es inseparable de los efectos inhibitorios del normal desarrollo de la parte aérea de la planta y de la raíz.

#### Factores Nutricionales.

Se ha encontrado que la adición de nitrógeno químico reduce la nodulación y fijación de nitrógeno atmosférico por Rhizobium. Thornton (1936) atribuyó dos efectos a los nitratos:

- a) Anulan las secreciones radiculares para la estimulación de Rhizobium.
- b) Afecta la elongación de los pelos radicales.

Thornton y Rudford (1936) observaron que los nitratos inhibieron el crecimiento de los nódulos. Las paredes y el protoplasma de las células nodulares fueron anormales y el Rhizobium permaneció en estado de coco dentro del nódulo (14).

Fontes citado por Fernández (19) estudiando los efectos - de aplicación de Nitrógeno, Fosfato y Calcio en cultivares de frijol. Encontró que cuando el Nitrógeno no es aplicado, la no dulación es mejor.

Pons y Goepfert. Consultados por el autor anteriormente - mencionado. Estudiando los efectos de Nitrógeno en frijol, uti lizando dosis de: 0, 40 y 80 kg. de N/ha, concluyeron que los- pesos de nódulos disminuyeron al mismo tiempo que la razón de- Nitrógeno se incrementó.

Montenegro (32) estudió el efecto de N,P,K elementos meno res y un inoculante (Rizobin) sobre el desarrollo del frijol. No encontró respuesta a ninguno de los estímulos ensayados. Las semillas inoculadas no desarrollaron nódulos.

Chavez "et al" (14) Probando el efecto de la fertiliza--- ción con: N,P,Mo,Co y Fe y manejo de dos cepas de Rhizobium -- phaseoli en el frijol encontraron que la nodulación y el rendi miento de grano resultaron inalterados por la inoculación con- las cepas comerciales o por la adición de: Mo,Co,Fe. La aplicaca ción de Nitrógeno redujó la nodulación pero elevó el rendimien to de grano. La aplicación del inoculante aumentó el contenido de Nitrógeno en la planta pero en valores tan pequeños que su- utilidad practica es dudosa.

Burton, Allen y Berger (8) estudiando el efecto de cier-- tos nutrientes minerales sobre la fijación en plantas inocula- das. En condiciones de invernadero y en cultivos de arena; en- contrarón que el crecimiento, rendimiento en vaina y fijación-

de Nitrógeno fueron altos en las plantas que formaron nódulos.

Fósforo y Azufre son necesarios para el suministro de -- energía para los nódulos y en su ausencia los nódulos permanecen pequeños y no fijan nitrógeno, Cuando las aplicaciones de Fósforo son hechas se ha determinado que la razón de fijación puede aumentarse arriba de 18 veces. Molibdeno es un componente de la enzima nitrogenasa y tiene la tendencia de existir menos disponible en suelos ácidos. Considerando que la cantidad de Molibdeno necesitada/ha. es alrededor de 113.4 grs; no obstante cuando este elemento es aplicado puede causar fallas en la nodulación debido a las sales que contienen variando mucho en toxicidad (19).

Jansen citado por Fernández (19) Determinó que el molibdeno generalmente reduce los rendimientos, mientras el calcio y azufre incrementan el rendimiento. Dobereiner citado también por Fernández. Después de estudiar los efectos de Mn en nodulación y fijación de Nitrógeno determinó que agregando 40 ppm de Mn para suelos ácidos, afecta la nodulación y fijación; cuando la dosis de Mn fué menor la reducción en el número de nódulos fue compensada por el incremento en tamaño.

Efecto de la densidad de población sobre la fijación de Nitrógeno en la asociación Rhizobium-Leguminosas.

Graham y Rosas (24) Han determinado que la fijación de -- Nitrógeno se ve influenciada por la densidad de población en -- cultivos de frijol. En su estudio la densidad de población -- afecto a las hojas, raíz y el desarrollo del tallo en todos --

los cultivares. La fijación de Nitrógeno declinaba en altas -- densidades de población. Aunque la actividad específica de nódulos (ASN) era afectada, el porcentaje de carbohidratos solubles se incrementaba en ciertas densidades de plantas en las cuales (ASN) decrese. El mayor efecto de densidad de plantas en fijación de Nitrógeno por planta, fue a través de cambios en el peso fresco de nódulos. La variación en la fijación de Nitrógeno puede ser explicada ampliamente por cambios en el peso de nódulos. Debe ser enfatizado que diferencias en la fijación de Nitrógeno están asociadas con el crecimiento de las plantas hábito de crecimiento y genotipo. Cultivares de hábito determinado muestran óptimos rendimientos en el rango de 20-45 pl/m<sup>2</sup>. Frijol de hábito determinado requiere bajas densidades de plantas comúnmente 12-16 pl/m<sup>2</sup>.

#### Variedades.

En un experimento realizado en 1980 en el centro experimental las cruces. Se probó la fijación de Nitrógeno en tres variedades de frijol ( Matamoros 64; Delicias 71; 11-950 ) -- usando 6 cepas de Rhizobium phaseoli (NM 2,5,6,7,8,9.). En la primera muestra (35 días después de la plantación) no fue encontrada interacción entre variedades y tratamientos, pero se encontraron diferencias entre variedades y/o tratamientos. En general los datos fueron muy variables. En la segunda muestra (55 días después de la plantación) se produjo menos variabilidad, el número y peso de los nódulos fue incrementado. Fue observada una interacción tratamientos-variedades para los pará-

metros medidos. Los coeficientes de correlación fueron generalmente negativos cuando se compararon parámetros de nodulación y parámetros de la planta. En general Matamoros 64 y 11-950 se comportan en forma similar y Delicias 71 fue diferente con respecto a la nodulación crecimiento de la planta, N/planta y rendimiento. En rendimiento y % de proteína las cepas NM 5,7,8 -- fueron mejor que NM 2,6,9. Aunque las diferencias entre cepas no son de significancia estadística (2).

## MATERIALES Y METODOS

### Localidad.

El presente experimento se realizó en el campo agrícola - experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, situado en el municipio de Marín, N.L. - cuya ubicación geográfica es en las coordenadas 25°53' latitud Norte y 100° 03' longitud Oeste. La elevación sobre el nivel - del mar es de 367 MSNM.

La temperatura media anual es de 22°C y la precipitación - promedio anual es ligeramente superior a los 500 mm. Los subti - pos climáticos dominantes son: BSo y BSl que corresponde a los climas secos o esteparios y el suelo es Hc y Rc calcáricos.

El presente experimento fue realizado bajo condiciones de invernadero buscando el control de la variable temperatura -- siendo ésta una mínima media de 21.2 °C y una máxima media de: 33.8 °C. Las temperaturas del invernadero durante el desarro-- llo del cultivo son dados en la Tabla # 1 del apéndice.

Entre los materiales utilizados en el experimento se en-- cuentra: Macetas, tres variedades de frijol, 17 cepas de Rhizob - ium, goma arabiga, fertilizante, regla, báscula, estacas, bols - as de plástico.

### Preparación de la siembra.

Se utilizaron 252 macetas de 16 cm. de diámetro y 20 cm.- de altura, teniendo una área por maceta de 0.02 M<sup>2</sup>, las cuales fueron colocadas en dos mesas con una medida de 1.5 x 3.0 m -

Para la preparación de las macetas se procedió a hacer -- una mezcla de tierra, con el fin de tener un buen drenaje y una buena capacidad de retención de la humedad, necesaria esta -- última para lograr un buen funcionamiento de las raíces y por consiguiente obtener una buena nodulación; la preparación de las macetas constó de:

- 1/3 de suelo franco;
- 1/3 de arena de río;
- 1/3 de tierra de hoja.

La clasificación agronomica de la tierra utilizada en el experimento es presentada en la tabla # 2 del apéndice.

#### Variedades Utilizadas.

Las variedades utilizadas en el experimento fueron donadas a través del proyecto de mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de F.A.U.A.N.L.

#### Variedades:

- 1) LEF 10 RB. (Linea experimental de frijol 10 Rio Bravo).
- 2) Delicias 71 selección Benavides # 4.
- 3) Bayo Río Grande (BRG).

Se utilizaron 109.2 gramos de semilla por variedad y en total 327.6 gramos de semilla.

Las características de las variedades mencionadas anteriormente son dadas en la tabla # 3 del apéndice.

#### Cepas Utilizadas.

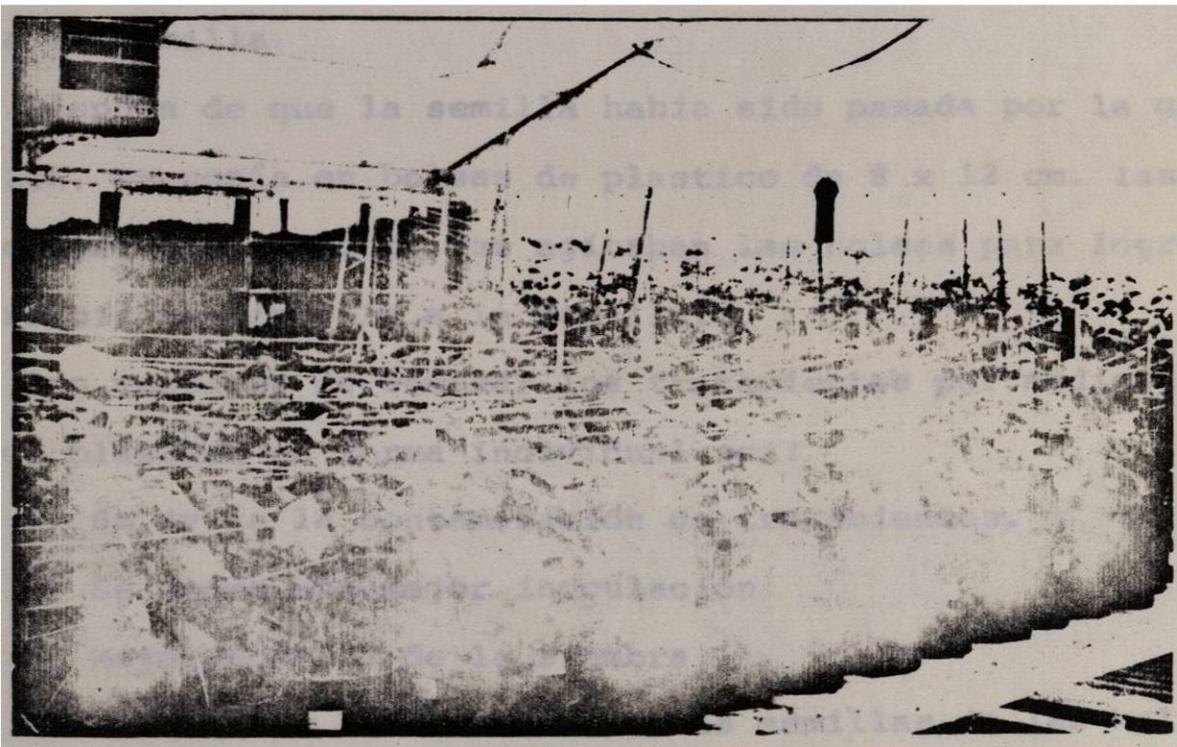
Las cepas a utilizar fueron facilitadas por la Universi--

dad de Nuevo México, buscando un intercambio cultural y científico.

Fueron 17 las cepas de Rhizobium phaseoli, utilizadas en el presente experimento y son presentadas a continuación. Donde por ejemplo N.M.I. Es Nuevo México 1 y así sucesivamente.

Cepa	cepa
NM 1	NM 12
NM 4	NM 19
NM 5	NM 31
NM 6	NM 32
NM 7	NM 33
NM 8	NM 34
NM 9	NM 35
NM 10	NM 36
NM 12	

Una vista general del experimento se puede observar en la foto # 1.



## **Inoculación y Siembra.**

Antes de proceder a la siembra se hicieron las pruebas de germinación, para las variedades utilizadas en el experimento, obteniéndose un 95% de germinación.

Dado que la semilla había sido tratada con fungicidas, se procedió a su desinfección para evitar matar el inóculo; ésta-desinfección fue lograda lavando la semilla con agua, remojandola 5 minutos y después pasando la semilla a una solución de cloro al 10% durante 5 minutos, después se enjuagaba nuevamente en agua, estando lista así la semilla para la inoculación y siembra.

La siembra se realizó el día doce de Noviembre de 1982, y fueron sembrados todos los tratamientos el mismo día.

Para la inoculación se cubrió la semilla con una solución de goma arabiga, para que el inóculo tuviera una mejor adherencia a la semilla.

Después de que la semilla había sido pasada por la goma - arabiga, se ponía en bolsas de plástico de 8 x 12 cm. las cuales contenían el inóculo, se agitaban las bolsas para lograr la adherencia del inóculo a la semilla.

Las ventajas de sembrar los tratamientos por medio de bol sas de plástico en forma individual son:

- 1) Se evita la contaminación de tratamientos.
- 2) Se logra una mejor inoculación.
- 3) Mejor control de la siembra.

La siembra se hacía vaciando las semillas de las bolsas - en cada maceta poniendo una cantidad de 4 semillas por maceta,

después se procedía inmediatamente a cubrir con otra capa de tierra para evitar la muerte del Rhizobium, finalmente se dió un riego ligero para estimular la germinación.

A los 4 días de la siembra se observaron plantas que empezaron a emerger; notandose una germinación uniforme y completa no habiendo necesidad de realizar una resiembra.

Se tuvo una densidad de población inicial de 1008 plantas la cual disminuyó a 504 plantas después del aclareo, el cual se realizó a los 11 días del desarrollo del cultivo, el aclareo se hizo dejando 2 plantas por maceta; el aclareo fue realizado dejando las dos plantas que presentarán mejores características tales como: altura, tamaño de hojas, etc, este aclareo fue realizado manualmente.

#### Fertilización.

En la fertilización se utilizaron como fuente de Nitrógeno Sulfato de amonio (20.5% N); como fuente de fósforo: Superfosfato triple (46%  $P_2O_5$ ). Todos los tratamientos fueron fertilizados con la fórmula 0-40-0; a excepción de los testigos, en la fórmula antes citada se hace la exclusión del nitrógeno buscando un efecto más real de la fijación de nitrógeno realizada por el Rhizobio ya que la literatura reporta que la presencia de fuentes de nitrógeno disminuye la presencia de nódulos. (18,19,40).

La fertilización de los testigos fue realizada con las fórmulas: 0-0-0; 40-0-0; 40-40-0; 0-40-0.

Teniéndose 12 testigos por repetición, estos testigos son ---

obtenidos al repartir las tres variedades entre las cuatro fórmulas de fertilización; obteniéndose un total de 48 testigos en el experimento.

La fórmula 40-0-0 se combinó con las tres variedades utilizadas y se utilizaron 0.39 gramos de sulfato de amonio/maceta; esta aplicación se dividió en dos partes aplicando 0.195 gramos en la primera aplicación.

La fórmula 40-40-0 se combinó también con las tres variedades y se utilizaron 0.39 gramos de sulfato de amonio/maceta y 0.174 gramos de super fosfato triple/maceta; aquí también se dividió la aplicación del nitrógeno.

La fórmula 0-40-0 se combinó también en las tres variedades utilizando 0.174 gramos de super fosfato triple/maceta.

Finalmente se tuvo la fórmula 0-0-0 la cual careció de elementos nutrientes.

La aplicación del nitrógeno faltante se llevó a cabo a los 28 días del desarrollo del cultivo y consistió en 0.195 gramos de sulfato de amonio en los tratamientos que llevaban nitrógeno completándose así la fertilización.

#### Desarrollo del Cultivo.

Cuando se observó que las guías de las plantas se empezaron a entrecruzar, se procedió a la colocación de estacas, las cuales pueden ser observadas en la foto 2. estas consistieron en 32 tablas de madera de 0.04 por 0.50 mts. las cuales se colocaron a lo largo de las mesas y se les ataron 3 cordones a estas estacas a una distancia de 0.15 mts. cada cordón, tenien

dose así finalmente 16 hileras de estacas.

La medición de alturas se realizó con una regla y tomando las medidas de las dos plantas se sacaba la media de ellas. La medición de alturas fueron periódicas y correspondieron a los días 19 de Noviembre; 25 de Noviembre; 30 de Noviembre y 14 de Diciembre, la toma de alturas fue interrumpida cuando se presentaron los botones florales.

La aparición de los primeros botones fue observada a los 32 días del desarrollo del cultivo, siendo la variedad Bayo -- Rio Grande la que mostró más precocidad, siguiéndole la variedad LEF y finalmente la variedad Delicias 71. La floración -- duró aproximadamente 15 días.

Las primeras vainas en desarrollo aparecieron a los 38 días del ciclo del cultivo.

#### Riegos.

La aplicación del agua de riego se realizaba, cuando la tierra presentaba síntomas de deficiencia de agua, siendo 11 la cantidad de riegos aplicados. Pareciendo una cantidad alta en cuanto al número de riegos se refiere, se puede justificar debido a que siendo temporada invernal las condiciones del invernadero exigían la acción del termostato induciendo una evapotranspiración alta y la presencia de dos plantas por macetas agotaba más rápidamente la humedad existente.

La relación entre riegos y días de aplicación es presentada a continuación:

---

Número de Riego.

Día de Aplicación.

---

1	-----	12 de Noviembre.
2	-----	16 de Noviembre.
3	-----	19 de Noviembre.
4	-----	25 de Noviembre.
5	-----	30 de Noviembre.
6	-----	6 de Diciembre.
7	-----	10 de Diciembre.
8	-----	14 de Diciembre.
9	-----	16 de Diciembre.
10	-----	20 de Diciembre.
11	-----	24 de Diciembre.

---

foto # 2.



## Plagas y Enfermedades.

Se hace la mención importante de que el experimento fue suspendido a los 53 días del desarrollo, por la presencia de un ataque de araña roja ( Tetranychus telarius ); la cual encontró en las condiciones del invernadero un medio propicio para su propagación y el fracaso en los medios de control tales como la aplicación de azufre fino espolvoreado.

La introducción de esta plaga fue a través de rosales que se introdujeron a esta sección del invernadero y al encontrarlos medios propicios logró un desarrollo excesivo y difícil de controlar. La literatura reporta que a temperaturas mayores de 18°C la incubación puede realizarse en tres días y bajo condiciones de invernadero los daños que sufren las plantas son severos, el ciclo de la vida desde la incubación hasta el adulto, varía de 19 días a 12.7 °C, a cinco días a 23 °C (30).

Los síntomas que mostraban eran hojas de apariencia pálida y el envés de las hojas con un polvoreado fino blanco grisáceo las plantas perdían el vigor y morían en un tiempo de 4-5 días desde la observación de los síntomas, el 50% de la población fue destruida.

Se detectaron varias plagas en el desarrollo del cultivo pero estos ataques no fueron de consideración como: mosquita blanca ( Trioleurodes vaporariorum ) y gusanos defoliadores los que presentaron en bajas poblaciones que no afectaron el cultivo; se controlaron con aspersiones de malation.

El problema mencionado anteriormente imposibilitó el que se cumplieran los objetivos en su totalidad, pero los logrados

representan un material para la investigación sobre inoculación con cepas de Rhizobium phaseoli. Analizando lo anterior se continuó con el trabajo experimental, buscando dar una aportación a la investigación sobre inoculación y fijación simbiótica de nitrógeno.

En los muestreos, a los 19 días y en días a floración se tuvieron datos perdidos por lo que se hicieron las correcciones al ANVA en base a la fórmula desarrollada por Yates:

$$y = \frac{rB + tT - G}{(r-1)(t-1)}$$

Donde:

$y$  = Rendimiento de la parcela perdida

$r$  = Número de bloques

$t$  = Número de tratamientos

$B$  = Total del block que tiene la parcela perdida

$T$  = Total de tratamientos

$G$  = Gran total de las únicas observaciones

#### Diseño Experimental.

Para analizar las diferencias entre variedades, así como también las que se pudieran encontrar entre cepas y de la interacción cepas por variedad; se utilizó el diseño experimental conocido como parcelas divididas agrupadas en bloques al azar.

El modelo estadístico usado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + V_j + C_k + (PV)_{ij} + (VC)_{jk} + (BVC)_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación en el bloque  $i$ , variedad  $j$ , cepa  $k$ .

$M$  = Media de la población.

$B_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque.

$V_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima variedad.

$(BV)_{ij}$  = Efecto de la interacción de bloques por variedad.

$C_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima cepa.

$(VC)_{jk}$  = Efecto de la interacción de variedad por cepa.

$(BVC)_{ijk}$  = Efecto de la interacción de bloque, variedad y cepa.

Las parcelas grandes las constituyeron en este diseño las variedades utilizadas. Donde las subparcelas o parcelas chicas estuvieron formadas por las 17 cepas y los testigos; La parcela grande y sus subparcelas constituyeron un bloque, siendo un total de 4 bloques.

Cada bloque estaba constituido por 63 macetas de las cuales 51 macetas eran el resultado de las 17 cepas distribuidas en las tres variedades y las otras 12 macetas representaban a los testigos en los cuales se probaban 4 fórmulas de fertilización estos testigos fueron inoculados con la cepa NM 10 la cual ha resultado la más rendidora en investigaciones anteriores.

Las fórmulas de fertilización utilizadas en los testigos son presentadas a continuación:

- |                           |                           |                          |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1) 40-0-0 V <sub>1</sub>  | 5) 40-40-0 V <sub>2</sub> | 9) 0-40-0 V <sub>3</sub> |
| 2) 40-0-0 V <sub>2</sub>  | 6) 40-40-0 V <sub>3</sub> | 10) 0-0-0 V <sub>1</sub> |
| 3) 40-0-0 V <sub>3</sub>  | 7) 0-40-0 V <sub>1</sub>  | 11) 0-0-0 V <sub>2</sub> |
| 4) 40-40-0 V <sub>1</sub> | 8) 0-40-0 V <sub>2</sub>  | 12) 0-0-0 V <sub>3</sub> |

V<sub>1</sub> ----- Variedad Delicias 71

V<sub>2</sub> ----- Variedad LEF 10 RB

V<sub>3</sub> ----- Variedad Bayo Rio Grande

Se tuvieron 4 repeticiones, teniendo un total de 252 unidades experimentales; cada unidad experimental estaba representada por una maceta.

La distribución y lista de los tratamientos utilizados es dada en la tabla # 4 y fig 1 del apéndice.

#### Variables Medidas.

- 1) Días a germinación.
- 2) Alturas periódicas ( 4 lecturas ) a los 8,14,19 y 33 días - del desarrollo. La intención de observar las alturas en las primeras etapas fue debido a que las cepas tratan de manifestarse en algunas etapas del desarrollo, cuando se encuentran en marcada simbiosis.
- 3) Días a floración.

En cuanto a la interpretación de las variables se efectuaron las transformaciones:  $\sqrt{\text{Días a germinación} + 1}$ ;  $\sqrt{\text{Días a floración} + 1}$  y el Incremento de una altura con respecto a las demás. Con las transformaciones  $\sqrt{x + 1}$ ; se busca estabilizar la varianzá con más eficacia.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Con los datos que se tomaron sobre días a Germinación; -- Alturas de plantas y días a la floración, se efectuaron las siguientes transformaciones para días a Germinación y días a Floración se transformaron con la fórmula  $\sqrt{x+1}$ ; Para las alturas periódicas se calcularon los incrementos con respecto de una altura a otra altura de la fecha siguiente.

Los principales análisis estadísticos para las variables estudiadas se presentan en el cuadro 11 del apéndice.

Un resumen de los análisis de varianza, aparecen en el -- cuadro 12 del apéndice; en los que se observa lo siguiente: -

- a).- Para el factor variedad, se presentan diferencias altamente significativas para la variable altura muestreo 2,3,4; Días a floración;  $\sqrt{\text{Días a Floración} + 1}$  Muestreo 2-Muestreo 1; Muestreo 3-Muestreo uno; Muestreo 4-Muestreo 1; Muestreo 3-Muestreo 2; Muestreo 4-Muestreo 2. Diferencias significativas para Muestreo 1; Días a Germinación;  $\sqrt{\text{Días a Germinación} + 1}$ ; Muestreo 4-Muestreo 3.
- b).- Para el factor cepas se presentan diferencias significativas en Muestreo 2; y en Muestreo 2-Muestreo 1. El resto de las variables no mostraron diferencias significativas.
- c).- Para la interacción variedad por cepa se presentaron diferencias significativas para las variables: Mues-

treo 1; Muestreo 2; Muestreo 4; Días a Germinación; -  
 $\sqrt{\text{Días a Germinación} + 1}$ ,  $\sqrt{\text{Días a Floración} + 1}$ ; -  
Muestreo 2-Muestreo 1; Muestreo 4-Muestreo 1, Las de-  
más variables no mostraron diferencias significativas

Las discusiones de las variables bajo el estudio que re-  
sultaron significativas se basa en los siguientes cuadros:

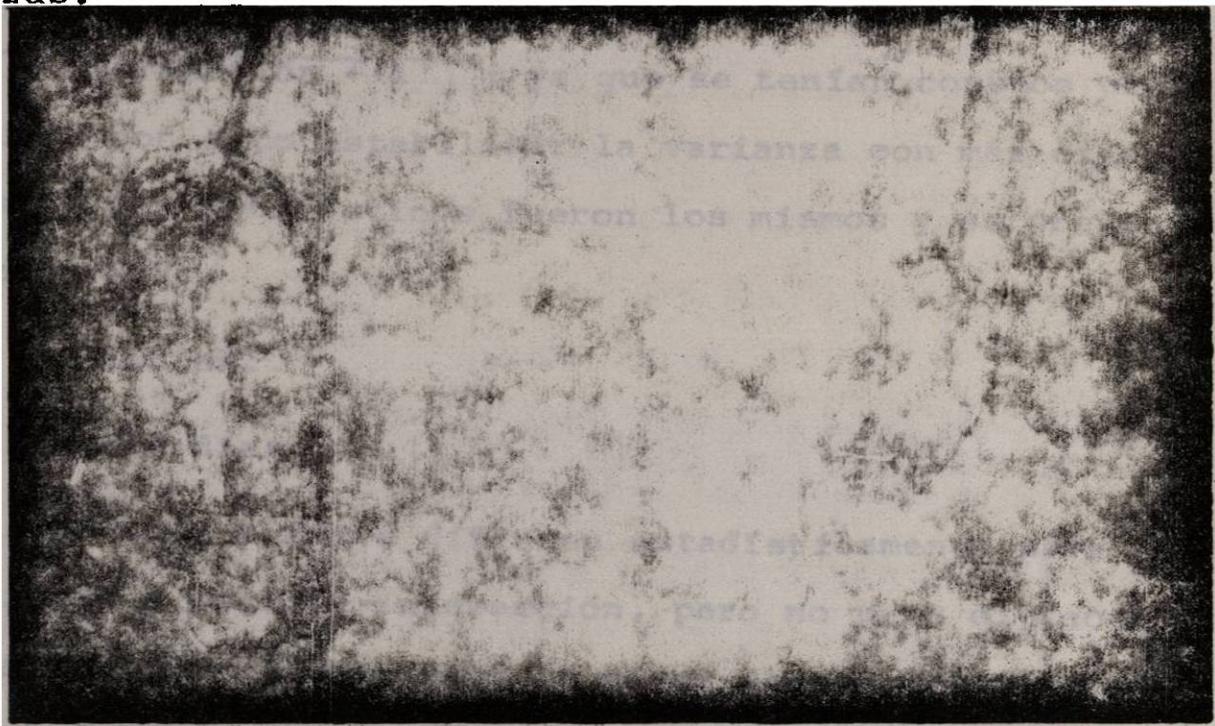
En el cuadro 1 se presentan significancia y resultados de  
la prueba de Tukey para el factor variedad.

En el cuadro 2 son presentados los resultados para la com-  
paración de medias para el factor cepa por Tukey.

En el cuadro 3 son presentados los resultados para la com-  
paración de medias por Tukey para la interacción.

En la gráfica 1 se observan las alturas de las variedades  
durante el desarrollo del cultivo.

En la foto 3 se puede observar la nodulación de las cepas más-  
rendidoras.



## Días a germinación.

El análisis estadístico realizado para días a germinación mostró una diferencia significativa, para el factor variedad; para el factor cepa no mostró diferencia significativa y para la interacción mostró diferencia significativa. Resultando este comportamiento un poco ilógico, ya que es una etapa muy joven del cultivo y la formación de nódulos ésta en proceso, por lo que se sugiere probar este efecto en experimentos posteriores encaminados a determinar el tiempo en que la bacteria empieza a fijar nitrógeno en la planta y el tiempo de formación de nódulos. Las variedades BRG y D-71 mostraron más precocidad desde el punto de vista estadístico sobre la variedad IFF 10 RB.- Ver cuadro 1. El efecto de la interacción tuvo diferencias estadísticas en la prueba de comparación de medias, las cuales se pueden observar en el cuadro 8.

Para días a germinación fue utilizada la transformación  $\sqrt{\text{Días a germinación} + 1}$ ; ya que se tenían conteos pequeños y se buscó con esto estabilizar la varianza con más eficacia.- Los resultados estadísticos fueron los mismos y se presentan en el cuadro 9.

## Altura de Plantas.

### Altura a los 8 días.

Las alturas tomadas difieren estadísticamente para el factor variedad y para la interacción, pero no para el factor cepa. Para el factor variedad la mayor altura fue lograda por la variedad BRG (8.09 cm), las variedades D-71 (6.53 cm) y IFF

10 RB (6.22 cm) no mostraron diferencia significativa entre si. En el cuadro 1 se encuentran las significancias y resultados de la prueba de Tukey para el factor variedad con respecto a esta fecha de alturas.

Para la interacción variedad x cepa, se analizó buscando encontrar que cepas son mejores para cada variedad. En el cuadro 3 se presentan los resultados de la comparación de medias para efecto de la interacción. Para la variedad D-71 se logró una altura significativa con todas las cepas y testigos a excepción de la cepa 34; logrando la cepa 31 la mayor altura para esta variedad.

Para la variedad LEF 10 RB todas las cepas y testigos resultaron iguales estadísticamente. Para la variedad BRG tampoco fue encontrada significancia estadística por efecto de las cepas.

Altura a los 14 días.

Estadísticamente se observó una alta significancia en el factor variedad, significancia para el factor cepa y para efecto de la interacción. Para el factor variedad la mayor altura estadística fue lograda por la variedad BRG (38.02 cm); las variedades D-71 (16.99 cm) y LEF 10 RB (16.32 cm); no mostraron diferencia significativa entre si.

Con respecto al factor cepas la prueba de comparación de medias muestra que estadísticamente resultaron igual todas las cepas y testigos a excepción de la cepa 9: en comparación con la cepa 33, que es la cepa con la que se obtuvo una mayor altura. Como se observa en el cuadro 2.

El efecto de la interacción no mostró diferencias significativas para las variedades D-71 y LFF 10 PB, por lo cual todas las cepas resultaron iguales estadísticamente para estas variedades. La variedad BRG mostró diferencias estadísticas entre las cepas utilizadas. Siendo las cepas: C33; C8; C36; C19; T1; C1; C31; C11; C5; C34; T3 y C32 las que lograron una altura estadísticamente significativa. En este muestreo existió una diferencia en comparación con el muestreo 1 en el cual no se encontraron diferencias estadísticas para la variedad BRG, ver cuadro 4.

Altura a los 19 días.

Existe una diferencia altamente significativa para el factor variedad. Para el factor cepa y el efecto de la interacción no se detectó una significancia estadística, ver cuadro 1. La prueba de la comparación de medias para variedades, realizada por Tukey nos muestra que la variedad BRG (70.74 cm); estadísticamente es diferente a D-71 (20.54 cm) y LFF 10 PB (18.73 cm) y que estas dos variedades son iguales estadísticamente.

Altura a los 33 días.

Este muestreo tomado a los treinta y tres días del desarrollo del cultivo; estadísticamente nos muestra que existe una diferencia altamente significativa para el factor variedad para el factor cepa no se detectó una diferencia y el efecto de la interacción mostró una diferencia significativa. La prueba de comparación de medias para variedades nos muestra que la variedad BRG (82.55 cm); estadísticamente logró mayor altura -

que las variedades LEF 10 RB (24.06 cm); D-71 (27.03 cm) y estas dos últimas son iguales estadísticamente, ver cuadro 13.

La interacción no mostró diferencias estadísticas para -- las variedades D-71 y LEF 10 RB; resultando igual cualquier cepa para estas variedades. La variedad BRG. mostró diferencias estadísticas entre las cepas utilizadas, siendo las cepas: C36; C11; C31; T3 y C33 las que lograron mayor altura en esta etapa. Se restringió el efecto de las cepas que a lo largo del desarrollo habían logrado sobresalir en la variedad BRG, ver cuadro 5.

Incrementos de altura.

Muestreo 2 - Muestreo 1

El análisis estadístico efectuado para el intervalo de -- los ocho a los catorce días del desarrollo del cultivo, nos -- muestra el efecto de variedades y cepas así como para la interacción de estas durante este lapso de tiempo.

Los valores muestran una diferencia altamente significativa para el factor variedad. El factor cepa y la interacción -- muestran diferencia significativa, ver cuadro 12.

Para variedades la mayor altura fue lograda por la variedad BRG (29.93 cm); las variedades D-71 (10.46 cm) y LEF 10 RB (10.10 cm); no mostraron diferencias significativas entre si, -- ver cuadro 13.

La prueba de comparación de medias para el factor cepa -- mostró diferencias estadísticas entre cepas resultando las mejores cepas: C33; C8; C36; T2; T1; empatadas con otras trece --

cepas; y las cepas: C9; C34; C35 las que no mostraron resultados aceptables en comparación con la cepa 33 con la que se obtuvo el valor más alto para esta variable. Cuadro 2.

En la interacción variedad x cepa no se encontraron diferencias significativas para las variedades D-71 y LFF 10 RB -- por lo cual todas las cepas resultaron iguales estadísticamente para estas variedades. La variedad BRG mostró diferencias estadísticas significativas ,logrando las cepas: C33; C8; C36; C19; T1; C1; C31; C5; C11; T3 los valores más altos estadísticamente durante este lapso del desarrollo, ver cuadro 6.

#### Muestreo 3 - Muestreo 1

El análisis estadístico efectuado para el intervalo de -- los catorce a los diecinueve días del desarrollo del cultivo, muestra una diferencia altamente significativa para el factor variedad. A diferencia del lapso de tiempo del muestreo 2 - -- muestreo 1, no se encontraron diferencias entre cepas y para la interacción, ver cuadro 12. La comparación de medias para el factor variedad nos muestra que la variedad BRG (62.65 cm); es estadísticamente logró una altura mayor que las variedades D-71- (14.02 cm) y LFF 10 RB (12.52 cm); las cuales no mostraron diferencias significativas entre sí. Cuadro 13.

#### Muestreo 4 - Muestreo 1

El incremento de altura de los catorce a los treinta y -- tres días del desarrollo del cultivo fue analizado estadística<sup>mente</sup> y nos muestra: una diferencia altamente significativa pa

ra el factor variedad; para el factor cepa no se encontró diferencia significativa y en la interacción se detectó diferencia significativa, ver cuadro 12. La variedad BRG (74.46 cm); estadísticamente logró una altura mayor que las variedades D-71 -- (20.50 cm) y LEF 10 RB (17.84 cm). Cuadro 13.

Para la interacción variedad x cepa, las variedades D-71- y LEF 10 RB no mostraron diferencias significativas por lo -- cual todas las cepas resultaron iguales estadísticamente para estas variedades. La variedad BRG mostró diferencias en la comparación de medias logrando las cepas: C36; C11; C31; C4; T3;- C12; C9; C33; C7; T1 los valores más altos estadísticamente como se observa en el cuadro 7. Comparando con los testigos que resultaron iguales, estadísticamente no es recomendado fertilizar al utilizar estas cepas.

Para los incrementos del muestreo 3 - muestreo 2; muestreo 4 - muestreo 2; muestreo 4 - muestreo 3; las únicas diferencias detectadas fueron para el factor variedad, resultando la variedad BRG la de mayor altura estadísticamente. El factor cepa y la interacción no mostró diferencias significativas.

Días a Floración.

El análisis estadístico realizado para días a floración -- mostró una diferencia altamente significativa para el factor -- variedad, siendo la variedad BRG la que mostró más precocidad -- estadísticamente para florear.

Para el factor cepa y la interacción no se encontró diferencia significativa, lo que nos dice que las cepas no tuvie--

ron acción sobre el proceso de floración o que debido a que -- cuando la leguminosa madura la acción de los nódulos disminuye y en la etapa de formación de semillas el nódulo se deteriora (18).

Para la transformación  $\sqrt{\text{Días a floración} + 1}$  los resultados son los mismos a excepción de la interacción donde se encontró una ligera diferencia para la variedad D-71 en la comparación de medias como se puede ver en el cuadro 10. Las variedades LEF 10 RB y BRG no mostraron diferencias estadísticas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los análisis estadísticos realizados y bajo las condiciones en que se realizó el experimento se puede concluir lo siguiente:

- 1-.) La variedad BRG logró un porte más alto y esto debido a su tipo de hábito de crecimiento el cual es de gufa. Esta variedad demostró ser también más precoz que las variedades LFF-10-RB y D-71 en cuanto a días a germinación y días a floración.
- 2-.) Las cepas mostraron diferencias estadísticas a los catorce días del desarrollo del cultivo a un nivel de significancia de .05, para la variable altura, por lo que se observa que la fijación de nitrógeno tiene un efecto favorable en el desarrollo. En el lapso comprendido de los ocho a los catorce días del desarrollo se mostró un incremento atribuible a las cepas; por lo que las mejores cepas resultaron ser: C33; C8; C36; T2; T1;
- 3-.) Las cepas no mostraron diferencias a lo largo del desarrollo, después de los catorce días, lo que pudo ser debido a la cantidad de materia orgánica encontrada en el análisis del suelo, lo cual pudo interferir con la efectividad de las cepas.
- 4-.) Para el efecto de la interacción variedad por cepa; no mostraron diferencias entre sí las variedades: LFF-10-RB y D-71 por efecto de las cepas; siendo la variedad BRG la

que mostró efecto a partir de los catorce días del desarrollo; siendo las cepas: C33; C36; C3; C11; y los testigos T1 y T3 los que lograron una mayor consistencia durante el desarrollo de esta variedad.

- 5-.) La etapa en que se presentó el máximo incremento de altura fue entre los 20 a los 27 días del desarrollo del cultivo.
- 6-.) Para la variable días a floración se concluyó que las cepas no tuvieron acción alguna, sobre el proceso de floración.
- 7-.) La inoculación pudo competir con la fertilización en cuanto al desarrollo vegetativo, ya que las formulas de fertilización probadas no mostraron diferencias estadísticas con las cepas utilizadas. Los testigos que sobresalieron fueron: T1 (0-0-0) inoculado con la cepa 10 la cual había obtenido los mejores resultados en experimentos anteriores T3 (40-40-0) inoculado también con la cepa 10; por lo cual no es recomendado fertilizar cuando se inocule, pues en este caso las cepas probadas pueden competir con la fertilización.
- 8-.) En forma general se sugiere inocular con la cepa 33 con cualquiera de las tres variedades probadas ya que esta -- mostró el mayor desarrollo vegetativo, y se recomienda -- utilizar la variedad BRG ya que mostró diferencias estadísticas a lo largo de las etapas del desarrollo y mostró

más precocidad.

- 9-.) Se sugiere estudiar en experimentos posteriores el tiempo en que la bacteria empieza a fijar nitrógeno en la -- planta y el tiempo de formación de nódulos.
- 10-.) Se propone que en experimentos subsecuentes se estudien un mayor número de variables por ejemplo: Número de nódulos, peso seco de nódulos, peso seco de la planta, nitrógeno en la planta etc,etc. y llegar hasta rendimiento.
- 11-.) Se sugiere que en experimentos realizados bajo condiciones de invernadero se mantenga un control más estricto - del material a introducir ya que las condiciones prevalecientes favorecen la propagación de plagas introducidas.

#### Prácticas Recomendables.

- a) Destruir malezas en la proximidad del invernadero las cuales pudieran servir como hospederas de plagas y enfermedades.
- b) Combate inmediato ante la presencia de plagas.
- c) Aspersión de insecticidas y fungicidas procurando no tener un exceso de humedad perjudicial.
- d) Inspección y desinfección del material introducido.

## RESUMEN

En Otoño-Invierno (1982-83) en el campo agrícola experimental " Marín " de la F.A.U.A.N.L. fue probada la efectividad de diecisiete cepas de Rhizobium phaseoli en tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris. L.) bajo condiciones de invernadero. En un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y un arreglo en parcelas divididas; donde las parcelas grandes la constituyeron las variedades y la parcela chica las cepas.- se evaluarón: Cuatro alturas a los 8, 14, 19 y 33 días del desarrollo; se evaluó también el incremento de una altura con respecto a las demás; días a germinación; días a floración y su transformación a  $\sqrt{x + 1}$ .

El experimento tuvo un ataque severo a los 53 días de araña roja (Tetranychus telarius) la cual encontró en las condiciones del invernadero un medio propicio para su propagación, siendo la incubación y desarrollo más rápido.

La variedad BRG mostró diferencias por efecto de la acción de las cepas, y en general D-71 y LEF-10-RB se comportaron en forma similar.

Las cepas: C33; C8; C36; C10. fueron las que mostraron más efectividad a los catorce días del desarrollo.

Se observó que para el efecto de la interacción. Variedad x cepa, las variedades LEF-10-RB y D-71 no mostraron el efecto significativo de ninguna de las cepas, mientras que la variedad BRG mostró un efecto significativo de las cepas: C33, C36, C31, C10, las que lograron sobresalir a lo largo del desarrollo.

llo de esta variedad.

La inoculación pudo competir en este caso con las fórmu--  
las de fertilización aplicadas a los testigos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGUNDIS, O.,M., y A. Valtierra.1962. Períodos críticos de-competencia entre frijol y malezas.Agricultura Técnica en México.Vol. II No. 2 pp. 87-90.
- 2.- ANONIMO.1980. Maximizing nitrogen fixation in common bean. Las Cruces experiment. Trabajo no publicado.
- 3.- BAUER, W.,D., 1981. Infection of legumes by Rhizobia.Ann.-rev. plant Physiol. 32: 407-449.
- 4.- BERGERSEN, J.,F., 1971. Biochemistry of symbiotic nitrogen fixation on legumes.Ann.rev. plant Physiol.22: 140-141
- 5.- BROCK, T.,D., 1973. Biología de los microorganismos. 2<sup>a</sup> Edición Ed. Omega Barcelona pp. 406-411.
- 6.- BUCKMAN, H.O. y N.C. Brady. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Ed. Tonsa. Barcelona. pp. 426.
- 7.- BURROWS, W. 1974. Tratado de microbiología. 20<sup>a</sup> Edición -- Editorial Interamericana México. pp. 195.
- 8.- BURTON, J.,C., O.N. Allen y K.C. Berger.1961. Effects of - certain mineral nutrients on growth and, nitrogen fixa- tion of inoculated bean plants, Phaseolus Vulgaris L.- Journal of Agricultural and food Chemistry. 9 (3) 187-190.
- 9.- BURTON, J.,C., Rhizobium culture and use. Microbial techno-logy. Index 450. pp. 1-33.
- 10.-CARDENAS, R. Fco. y J.,L., Serrano.1976.como cosechar más- frijol en el tropico. Circular C.I.A.S.E. # 7. I.N.I.A. SAG.
- 11.-CARNAHAN, J.,E., y J.E. Castle.1963. Nitrogen fixation.Ann rev. plant Physiol. 14: 125-136.

- 12.-CASTRO, M.,E., 1974. Aumente sus ganancias evitando perdidas ocasionadas por malezas, que dificultan la cosecha. folleto de divulgación # 1 Rio Bravo Tamps. I.N.I.A: - SAG.
- 13.-CERDA, I.,E., 1979. 16 alternativas de producción de frijol (Phaseolus Vulgaris L.) En el ciclo de tardío en la unidad de riegos de la Victoria. Tesis F.A.U.A.N.L.
- 14.-CHAVEZ, S.,A., R.N. Escobar y A., Echeagaray 1977. Efecto de la fertilización con N,P,Mo,Co, y Fe y del manejo de dos cepas de inoculante (Rhizobium Phaseoli); Sobre la nodulación, acumulación de Nitrógeno y rendimiento de frijol (Phaseolus Vulgaris. L.). Agrociencia Vol. - 27-30 : (79-46).
- 15.-COCHRAN, W.G. y G.M. Cox. 1981. Diseños Experimentales 1<sup>a</sup>- Edición. Ed. Trillas. México. pp. 328-340.
- 16.-CRONQUIST, A. 1975. Introducción a la Botanica. 6a.Edición Ed. CECSA. México. pp. 91-112.
- 17.-DE LA LOMA, J.,L., 1980. Experimentación Agrícola. 2<sup>a</sup> Edición UTEHA. México D.F. pp. 248-272.
- 18.-ERDMAN, L.,W., 1967. Legume inoculation what it is, what it does. U.S. Departament of Agriculture. Farmers' bulletin No. 2003.
- 19.-FERNANDEZ, M. Effect of soil type, P.H. and temperature on nodulation in phaseolus Vulgaris L. bean plants under conditions of winter pasture. Escuela Superior de Agricultura, Hermanos Escobar. Trabajo no publicado.
- 20.-FISCHER, A. y A. Taistro.1979. Efecto de diversos herbicidas sobre la simbiosis Rhizobium-Phaseoli-Phaseolus -- Vulgaris. Memorias primer congreso nacional de la ciencia de la maleza. pp. 235-236.

- 21.-FRANCO, A.,A., J.Pereira y C.Negra. 1979. Seasonal patterns of nitrate reductase and nitrogenase activities in Phaseolus Vulgaris L. Plant. Physiol. 63: 421-424.
- 22.-FUENTES, M.,T., y M. Valdéz. 1974. Efecto de algunos pesticidas comerciales sobre la nodulación en frijol. Memorias VII congreso nacional de la sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. Tomo II pp. (348-361).
- 23.-GIBSON, A.,H., y J.D. Pagan. 1977. Nitrate effects on the nodulation of legumes inoculated with nitrate-reductase deficient mutants of Rhizobium. Planta 134: 17-22.
- 24.-GRAHAM, P.,H., y J.C. Rosas. 1978. Nodule development and nitrogen fixation in cultivars of Phaseolus Vulgaris - L. as influenced by planting. J. Agric. Sci. Camb. 90:-19-29.
- 25.-HARDAKER, J.,M., y R.C. Hardwick. 1978. A note on Rhizobium inoculation of beans (Phaseolus Vulgaris) using The fluid drill technique. Expl. Agric. 14: 17-21.
- 26.-LEPIS, I.,R., y M.A. Crispin. 1973. El cultivo del frijol en México, folleto de divulgación # 47 I.N.I.A. SAG.
- 27.-LINDEMANN, W.,C., 1976. The effects of water on legume nodulation and nitrogen fixation. Trabajo no publicado.
- 28.-LOPEZ, G.,H., Aumente sus rendimientos de frijol comisión-permanente para la investigación y experimentación - agrícola en Sinaloa circular # 5 I.N.I.A. SAG, C.I.A.S.
- 29.-MATEO, B.,J., 1961. Leguminosas de grano Ed. Salvat. Barcelona España.
- 30.-METCALF, C.,L., y W.P. Flint. 1972. Insectos destructivos e insectos utiles. 4<sup>a</sup> Edición. CECSA. México D.F. pp.-694-696 ; 995-996.

- 31.-MEYER, S.,B., ; D.B. Anderson y R.H. Böhning.1970.Introducción a la fisiología Vegetal. 2ª Edición.EUDEBA. Argentina. pp. 370-371.
- 32.-MONTENEGRO, G.,L., 1957.Ensayo de fertilización con elementos mayores y menores e inoculación con bacterias nitrificantes. Tesis. FAG. ITESM.
- 33.-MONTIEL, M. y H. López. 1974. Bioensayo de un inoculante a diversas dosis en cultivares de frijol. Memorias VII - congreso nacional de la sociedad Mexicana de la ciencia del suelo, Tomo II pp. 362-375.
- 34.-NATIONAL Plant food institute. 1974. Manual de fertilizantes. LIMUSA. México.
- 35.-NUÑEZ, R.,R., 1976. Estudio de componentes del rendimiento en 4 variedades de frijol ( Phaseolus Vulgaris L. ) -- sembradas a 4 densidades en Gral Escobedo N.L. Tesis - F.A.U.A.N.L.
- 36.-REYES Castañeda P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. 2ª Edición. Editorial trillas México D.F. pp. 218-234.
- 37.-ROBLES Sanchez.R. 1981. Producción de granos y forrajes 2ª Edición LIMUSA; México pp. 541-556.
- 38.-ROJAS, G.,M., 1972. Fisiología Vegetal aplicada 1ª Edición Editorial Mc. Graw-Hill. México D.F. pp. 89;97-101;226-230.
- 39.-SALISBURY, B.,F., y C.W. Ross 1978. Plant Physiology 1ª -- Edición Editorial. Wadsworth U.S.A. pp. 192-196.
- 40.-SALLE, A.,J., 1965. Bacteriología 2ª Edición Editorial Gustavo Gili. Barcelona España. pp. 679-724.
- 41.-S.A.R.H. 1981. Guía para siembras de tardío en el norte de Tamaulipas. Guía técnica # 1.

- 42.-STEWART, F.,C., 1963. Plant Physiology III. Academic press  
New York. U.S.A. pp. 565-628.
- 43.-VAZQUEZ, R.,E., 1982. Notas de clase. F.A.U.A.N.L.
- 44.-VINCENT, J.,M., 1975. Manual practico de Rhizobiología 1<sup>a</sup>-  
Edición. Hemisferio Sur. Buenos Aires pp. 92;106-107;-  
162-163.

**A P E N D I C E**

TABLA # 1.

Temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) dentro del Invernadero durante el desarrollo del experimento Inoculación de 17 cepas de Rhizobium phaseoli. En 3 variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Bajo condiciones de Invernadero. Otoño-Invierno 1982-1983.

MES				MES			
NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
DIA	MINIMA	MAXIMA	$\bar{X}$	DIA	MINIMA	MAXIMA	$\bar{X}$
15	10	35	22.5	1	21	36	28.5
16	18	33	25.5	2	22	38	30
17	20	30	25	3	22	38	30
18	20	30	25	6	22	35	28.5
22	22	37	29.5	7	26	36	31
23	22	37	29.5	8	26	34	30
24	12	31	21.5	9	23	33	28
25	15	30	22.5	10	26	30	28
26	17	27	22	13	16	31	23.5
29	20	33	26.5	14	25	35	30
				15	27	37	32
				16	26	37	31.5
				17	28	35	31.5
				20	27	38	32.5
				21	26	35	30.5
				22	28	36	32
				23	27	35	31
				24	28	36	32

$\bar{X}$  Mínima de Noviembre ----- 17.6  $^{\circ}\text{C}$   
 $\bar{X}$  Máxima de Noviembre ----- 32.3  $^{\circ}\text{C}$   
 $\bar{X}$  Mínima de Diciembre ----- 24.8  $^{\circ}\text{C}$   
 $\bar{X}$  Máxima de Diciembre ----- 35.3  $^{\circ}\text{C}$   
 $\bar{X}$  Total ----- 27.5  $^{\circ}\text{C}$

TABLA # 2.

Propiedades físico químicas del suelo utilizado en el experimento inoculación de 17 cepas de Rhizobium phaseoli. En 3 variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Bajo condiciones del Invernadero. Otoño-Invierno 1982-1983.

DETERMINACION	VALORES DEL SUELO	CLASIFICACION AGRONOMICA
Color (Escala Munsell) Seco Humedo	10 Y R 5/2 10 Y R 4/1	Café grisáceo Gris obscuro
Reacción (Relación suelo-agua 1:2)	PH 7.2	Muy ligeramente alcalino
Textura (Método del Hidrómetro)	Arena 63.88 % Limo 12 % Arcilla 24.12 %	Migajón arcilloso arenoso
Materia Orgánica (Método Walkley y Black)	4.554 %	Extremadamente rico
Nitrógeno total (Método Kjeldahl)	0.26 %	Medianamente rico
Fosforo aprovechable (Método Olsen)	4.13 p.p.m.	Bajo
Potasio aprovechable (Método Peach y English)	215.5 kg/ha	Mediano
Sales solubles totales Puente wheatstone	Conductividad Electrica 10.0 mmhos/cm a 25 °C	Fuertemente salino

TABLA # 3.

Características de las variedades de frijol utilizadas en el experimento. Inoculación de 17 cepas de Rhizobium phaseoli. En 3 variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Bajo condiciones de Invernadero. Otoño-Invierno 1982-1983.

---

VARIEDAD: Delicias 71.

---

Tallo ----- Verde.	Longitud de vaina ----- 6 cm.
Días a 1 <sup>a</sup> flor - 50.	Número de semillas/ --- 7. vaina
Color de flor -- Blanca.	Peso/vol. 100 semillas-30/25.
Hábito de cre_ -- III. cimiento	Forma de semilla ----- cilín- drica.
Número de vainas_ 10.5 /planta	Color de semilla ----- crema. café.

---

---

VARIEDAD: LEF 10 RB.

---

Tallo ----- Verde.	Número de vainas/planta- 13.7.
Días a 1 <sup>a</sup> flor -- 51.	Longitud.de vaina ----- 7.3.
Color de flor --- Rosa.	Número de semillas/vaina_ 6.
Hábito de creci_ - II. miento	Peso/vol 100 semillas --23/19.

---

---

VARIEDAD: BRG.

---

Tallo ----- Verde.
Días a 1 <sup>a</sup> flor -- 40.
Color de flor --- Blanca.
Hábito de creci_ - II ó III. miento

---

Fuente. C.I.A.F.A.U.A.N.L.

TABLA # 4.

Lista de los tratamientos utilizados en el experimento. Inoculación de 17 cepas de Rhizobium phaseoli. En 3 variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Bajo condiciones de Invernadero Otoño-Invierno 1982-1983. Y fórmula de fertilización aplicada.

---

1) 0-40-0 C <sub>1</sub> V <sub>1</sub> *	26) 0-40-0 C <sub>11</sub> V <sub>2</sub>
2) 0-40-0 C <sub>4</sub> V <sub>1</sub>	27) 0-40-0 C <sub>12</sub> V <sub>2</sub>
3) 0-40-0 C <sub>5</sub> V <sub>1</sub>	28) 0-40-0 C <sub>19</sub> V <sub>2</sub>
4) 0-40-0 C <sub>6</sub> V <sub>1</sub>	29) 0-40-0 C <sub>31</sub> V <sub>2</sub>
5) 0-40-0 C <sub>7</sub> V <sub>1</sub>	30) 0-40-0 C <sub>32</sub> V <sub>2</sub>
6) 0-40-0 C <sub>8</sub> V <sub>1</sub>	31) 0-40-0 C <sub>33</sub> V <sub>2</sub>
7) 0-40-0 C <sub>9</sub> V <sub>1</sub>	32) 0-40-0 C <sub>34</sub> V <sub>2</sub>
8) 0-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>1</sub>	33) 0-40-0 C <sub>35</sub> V <sub>2</sub>
9) 0-40-0 C <sub>11</sub> V <sub>1</sub>	34) 0-40-0 C <sub>36</sub> V <sub>2</sub>
10) 0-40-0 C <sub>12</sub> V <sub>1</sub>	35) 0-40-0 C <sub>1</sub> V <sub>3</sub> *
11) 0-40-0 C <sub>19</sub> V <sub>1</sub>	36) 0-40-0 C <sub>4</sub> V <sub>3</sub>
12) 0-40-0 C <sub>31</sub> V <sub>1</sub>	37) 0-40-0 C <sub>5</sub> V <sub>3</sub>
13) 0-40-0 C <sub>32</sub> V <sub>1</sub>	38) 0-40-0 C <sub>6</sub> V <sub>3</sub>
14) 0-40-0 C <sub>33</sub> V <sub>1</sub>	39) 0-40-0 C <sub>7</sub> V <sub>3</sub>
15) 0-40-0 C <sub>34</sub> V <sub>1</sub>	40) 0-40-0 C <sub>8</sub> V <sub>3</sub>
16) 0-40-0 C <sub>35</sub> V <sub>1</sub>	41) 0-40-0 C <sub>9</sub> V <sub>3</sub>
17) 0-40-0 C <sub>36</sub> V <sub>1</sub>	42) 0-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>3</sub>
18) 0-40-0 C <sub>1</sub> V <sub>2</sub> *	43) 0-40-0 C <sub>11</sub> V <sub>3</sub>
19) 0-40-0 C <sub>4</sub> V <sub>2</sub>	44) 0-40-0 C <sub>12</sub> V <sub>3</sub>
20) 0-40-0 C <sub>5</sub> V <sub>2</sub>	45) 0-40-0 C <sub>19</sub> V <sub>3</sub>
21) 0-40-0 C <sub>6</sub> V <sub>2</sub>	46) 0-40-0 C <sub>31</sub> V <sub>3</sub>
22) 0-40-0 C <sub>7</sub> V <sub>2</sub>	47) 0-40-0 C <sub>32</sub> V <sub>3</sub>
23) 0-40-0 C <sub>8</sub> V <sub>2</sub>	48) 0-40-0 C <sub>33</sub> V <sub>3</sub>
24) 0-40-0 C <sub>9</sub> V <sub>2</sub>	49) 0-40-0 C <sub>34</sub> V <sub>3</sub>
25) 0-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>2</sub>	50) 0-40-0 C <sub>35</sub> V <sub>3</sub>

---

TABLA # 4. (continuación).

---

51) 0-40-0 C <sub>36</sub> V <sub>3</sub>	57) 40-0-0 C <sub>10</sub> V <sub>3</sub>
TESTIGOS	58) 40-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>1</sub>
52) 0-0-0 C <sub>10</sub> V <sub>1</sub>	59) 40-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>2</sub>
53) 0-0-0 C <sub>10</sub> V <sub>2</sub>	60) 40-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>3</sub>
54) 0-0-0 C <sub>10</sub> V <sub>3</sub>	61) 0-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>1</sub>
55) 40-0-0 C <sub>10</sub> V <sub>1</sub>	62) 0-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>2</sub>
56) 40-0-0 C <sub>10</sub> V <sub>2</sub>	63) 0-40-0 C <sub>10</sub> V <sub>3</sub>

---

\*V<sub>1</sub> ----- Variedad Delicias 71.

\*V<sub>2</sub> ----- Variedad LEF 10 Rb.

\*V<sub>3</sub> ----- Variedad BRG.

Figura # 1.

Distribución de los tratamientos del experimento inoculación de 17 cepas de *Rhizobium Phaseoli*, en 3 variedades de frijol (*Phaseolus Vulgaris*, L.) bajo condiciones de Invernadero, Otoño-Invierno 1982-1983.

I																					
V1	C4	T1	C5	C13	T13	C11	C6	T25	C1	C10	T37	C12	C8	C2	C14	C3	C9	C16	C17	C15	C7
V2	C2	C8	C16	C9	C3	C15	T9	C4	C10	C1	T29	C5	T17	C11	C14	C6	C12	C17	C7	C13	T41
V3	T5	C13	C7	T45	C6	C14	C12	T33	C15	C11	C16	C1	C10	C17	C2	C9	C5	C3	C8	T21	C4

II																					
V2	T42	C1	C16	C3	C6	T10	C2	C11	T30	C4	C14	C10	C5	C17	C13	C7	C15	C8	C12	T18	C9
V1	C1	T38	C4	C11	C2	T14	C17	C12	T2	C3	C16	T26	C10	C15	C9	C5	C14	C8	C6	C13	C7
V3	T46	C6	C11	T6	C17	C15	C10	C5	C16	T4	T34	C3	C4	C9	T22	C12	C8	C2	C13	C7	C1

III																					
V1	T39	C1	C4	C16	C12	C5	T15	C17	C15	C6	C2	T3	C10	C14	T27	C13	C9	C11	C8	C3	C7
V3	T47	C6	C10	C17	C1	C16	C7	T7	C15	C8	C2	C14	T35	C13	C11	C3	T23	C12	C4	C9	C5
V2	C17	C9	T11	C8	C11	C7	C13	C6	C15	C5	T31	C16	C4	C12	T43	C11	C3	C2	T19	C10	C1

IV																					
V2	T44	C1	C10	T12	C2	C11	C3	C12	C4	C17	T32	C5	C15	C6	C14	C7	T20	C13	C8	C16	C9
V1	C10	C17	C7	C16	C8	T28	C9	C1	T16	C15	C11	C2	C14	T4	C3	C12	C4	C6	T40	C5	C13
V3	C5	C17	C6	T48	C7	C16	C15	T8	C14	C8	C13	T36	C9	C12	C10	C1	T24	C2	C11	C3	C4

**Problemas más comunes que se presentan a los -  
Agricultores en la Inoculación de Leguminosas.**

- 1) El tipo de suelo debe tener un P.H. alcalino (7-8 preferentemente).
- 2) El Inoculante debe ser específico para el cultivo.
- 3) El Inoculante debe usarse donde experimentalmente a demostrado su eficiencia.
- 4) Utilizar una densidad de 115 a 250 gr. de Inoculante por cada 100 kg. de semilla. Asegurando un número de 50 a varios-miles de células por semilla.
- 5) Nunca Inocular más semilla que la que se pueda sembrar en - un día.
- 6) El Inoculante no debe exponerse al sol a al calor.
- 7) No debe usarse el Inoculante después de la fecha de caducidad.
- 8) El Inoculante debe almacenarse y transportarse en condiciones de baja humedad y temperatura.

## COMPARACION DE COSTOS

### Inoculantes Vs Fertilizantes

#### COSTO DE INOCULANTE:

El peso de la planta adulta es aproximadamente 30 gr el porcentaje de Nitrógeno en la planta es aproximadamente 1 % por lo que el .3 gr de Nitrógeno en la planta puede provenir de Rhizobium.

Considerando una densidad de población de 255,000 plantas de frijol por Hectárea:

$$255,000 \text{ pl/Ha} \times .3 \text{ gr de N/planta} = 76.5 \text{ kg/Ha.}$$

Precio del inoculante = Precio del kg de Nitrógeno.  
kg fijado/Ha.

$$\frac{\$ 375.00}{76.5 \text{ kg/Ha.}} = \$ 4.90 \text{ precio del kg de Nitrógeno utilizando inoculante.}$$

#### COSTO DEL FERTILIZANTE:

Sulfato de Amonio = \$ 6,042.00/Tonelada.

Formula recomendada 60-40-0.

% de Nitrógeno en el Sulfato de Amonio = 20.5

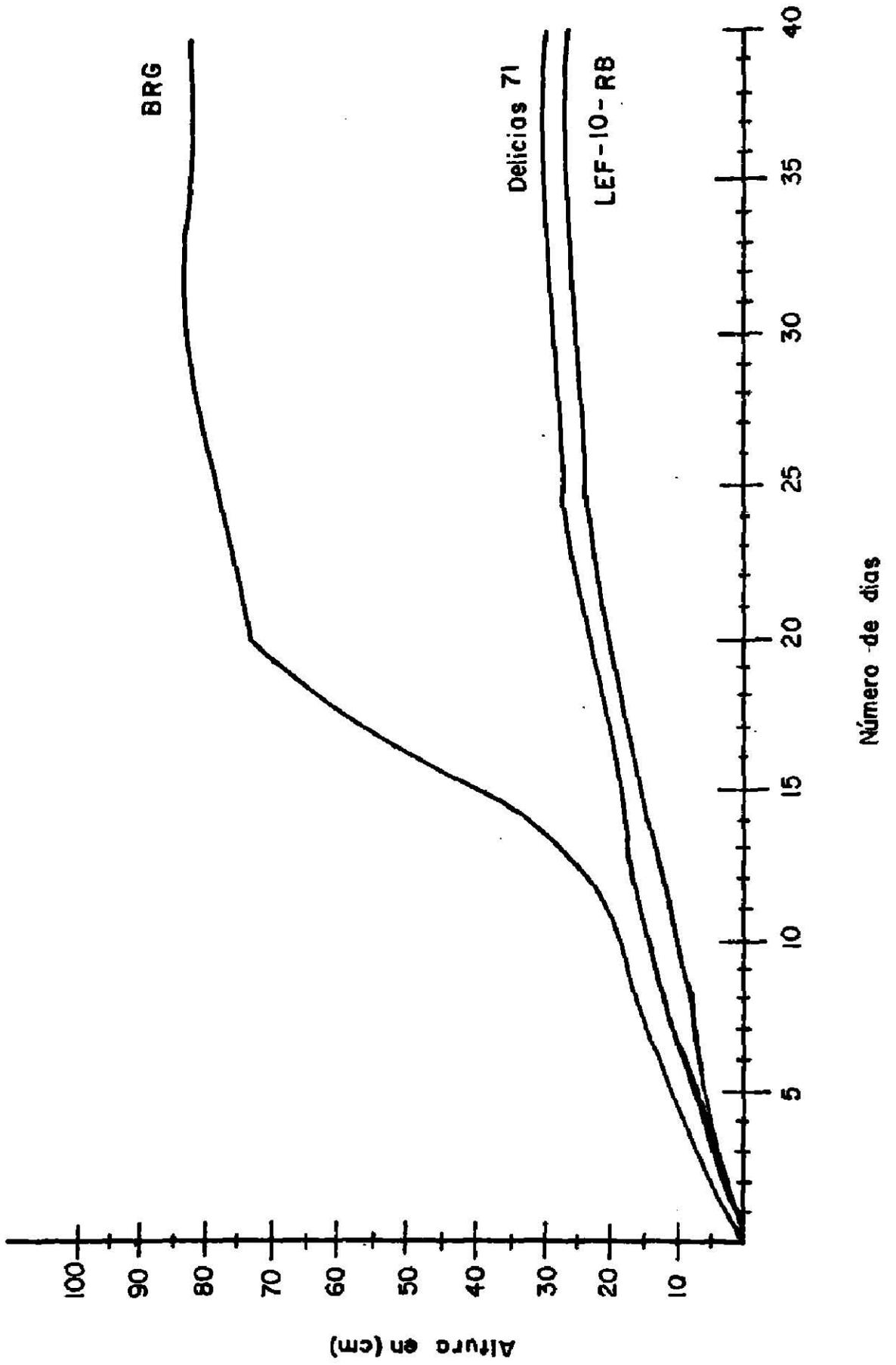
$$\frac{100 - 20.5}{100 - 60} = \frac{60 \times 100}{20.5} \text{ aprox. 300 kg de Sulfato de Amonio se necesitan/Ha.}$$

$$\frac{1000 \text{ kg} - \$ 6,042.00}{300 \text{ kg} - X} = \frac{6,042.00 \times 300}{1000} = \$ 1,812.60$$

precio del fertilizante = precio del kg de Nitrógeno.  
kg de N requerido/Ha.

$$\frac{\$ 1,812.60}{60 \text{ kg/Ha.}} = 30.21 \text{ precio del kg de Nitrógeno utilizando como fertilizante Sulfato de Amonio.}$$

Grafico 1:- Altura de variedades durante el desarrollo del cultivo.



CUADRO 1. Análisis estadístico para diferentes variables por medio de la prueba de Tukey, a través del factor variedad.

VARIABLES	CM	$\bar{X}$ V1 DELICIAS 71	$\bar{X}$ V2 LEF-10-RB	$\bar{X}$ V3 BAYO RIO GRANDE
Altura Muestreo 1 (8 días)	85.016 *	6.53 <sup>b</sup>	6.22 <sup>b</sup>	8.09 <sup>a</sup>
Altura Muestreo 2 (14 días)	1085.332 **	16.99 <sup>b</sup>	16.32 <sup>b</sup>	38.02 <sup>a</sup>
Altura Muestreo 3 (19 días)	73197.882 **	20.54 <sup>b</sup>	18.73 <sup>b</sup>	70.74 <sup>a</sup>
Altura Muestreo 4 (33 días)	91178.170 **	27.03 <sup>b</sup>	24.06 <sup>b</sup>	82.55 <sup>a</sup>
Días a Germinación	1.861 *	6.61 <sup>ab</sup>	6.64 <sup>a</sup>	6.37 <sup>b</sup>
Días a Floración	628.619 **	52.14 <sup>a</sup>	49.81 <sup>b</sup>	46.69 <sup>c</sup>
<u>VDías a Germinación + I</u>	.062 *	2.75 <sup>ab</sup>	2.76 <sup>a</sup>	2.71 <sup>b</sup>
<u>VDías a Floración + I</u>	3.132 **	7.29 <sup>a</sup>	7.13 <sup>b</sup>	6.90 <sup>c</sup>

CUADRO 2. Análisis estadístico para diferentes variables por medio de la prueba de Tukey a través del factor cepa

CEPA	ALTURA	MUESTREO 2	MUESTREO 2- MUESTREO 1 (ALTURAS)
	CM	72.615 *	CM 57.339 *
	$\bar{X}$		$\bar{X}$
C1		25.59 <sup>ab</sup>	18.13 <sup>ab</sup>
C4		22.11 <sup>ab</sup>	16.12 <sup>ab</sup>
C5		24.04 <sup>ab</sup>	17.46 <sup>ab</sup>
C6		22.10 <sup>ab</sup>	14.70 <sup>ab</sup>
C7		21.03 <sup>ab</sup>	14.76 <sup>ab</sup>
C8		27.90 <sup>ab</sup>	20.65 <sup>ar</sup>
C9		19.56 <sup>b</sup>	14.29 <sup>b</sup>
C10		21.99 <sup>ab</sup>	14.49 <sup>ab</sup>
C11		23.85 <sup>ab</sup>	17.99 <sup>ab</sup>
C12		22.57 <sup>ab</sup>	15.15 <sup>ab</sup>
C19		25.62 <sup>ab</sup>	17.55 <sup>ab</sup>
C31		26.16 <sup>ab</sup>	17.21 <sup>ab</sup>
C32		23.30 <sup>ab</sup>	14.91 <sup>ab</sup>
C33		28.45 <sup>a</sup>	21.52 <sup>a</sup>
C34		20.59 <sup>ab</sup>	14.14 <sup>b</sup>
C35		20.72 <sup>ab</sup>	14.13 <sup>b</sup>
C36		26.18 <sup>ab</sup>	19.39 <sup>ab</sup>
T1 (0-0-0)		25.67 <sup>ab</sup>	18.14 <sup>ab</sup>
T2 (0-40-0)		25.72 <sup>ab</sup>	18.87 <sup>ab</sup>
T3 (40-40-0)		23.49 <sup>ab</sup>	17.17 <sup>ab</sup>
T4 (40-0-0)		22.67 <sup>ab</sup>	16.69 <sup>ab</sup>

CUADRO 3. Resultados de la prueba de Tukey para detectar la mejor cepa para cada variedad, en el Muestreo 1. (8 días después de la siembra).

VARIEDAD: D-71	VARIEDAD: LEF 10-RB	VARIEDAD: BRG
C31 = 10.55	T2 = 8.95	C34 = 10.72
C1 = 8.95	C32 = 8.52	C19 = 10.60
C32 = 8.50	C4 = 7.63	C36 = 10.47
T1 = 8.35	C12 = 7.30	C8 = 10.15
C5 = 8.18	C6 = 7.22	C33 = 9.97
C7 = 8.15	C34 = 6.88	C10 = 9.80
C12 = 7.60	C7 = 6.63	C31 = 9.68
C19 = 7.50	C31 = 6.63	C1 = 9.25
C6 = 7.38	C10 = 6.40	C11 = 8.85
C35 = 6.87	C35 = 6.35	T1 = 8.25
C4 = 6.45	C36 = 6.15	C32 = 8.15
C10 = 6.30	C19 = 6.10	T4 = 7.65
T4 = 6.22	T1 = 5.97	C6 = 7.60
T3 = 5.90	C8 = 5.88	T3 = 7.45
C8 = 5.73	C33 = 5.65	C12 = 7.35
C9 = 5.27	T3 = 5.63	C5 = 7.30
C33 = 5.15	C11 = 5.35	C35 = 6.53
T2 = 5.15	C9 = 4.78	T2 = 6.48
C36 = 3.75	C5 = 4.28	C9 = 5.75
C11 = 3.38	C1 = 4.17	C7 = 4.05
C34 = 1.75	T4 = 4.07	C4 = 3.90

CUADRO 4. Resultados de la prueba de Tukey para detectar la --  
 mejor cepa en cada variedad para el Muestreo 2. ( 14-  
 días después de la siembra).

VARIEDAD: D-71	VARIEDAD: LEF-10-RB	VARIEDAD: BRG
C31 = 20.00	T2 = 23.62	C33 = 51.10
C5 = 19.80	C8 = 20.25	C8 = 48.30
T1 = 19.62	C4 = 18.58	C36 = 48.13
C33 = 19.12	C7 = 18.52	C19 = 43.75
C19 = 18.90	T4 = 17.63	T1 = 41.33
T2 = 18.75	C31 = 17.48	C1 = 41.07
C4 = 18.30	C1 = 17.45	C31 = 41.00
C1 = 18.25	T3 = 17.42	C11 = 38.70
C32 = 18.00	C10 = 16.60	C5 = 38.32
T4 = 17.65	C11 = 16.48	C34 = 36.88
C6 = 17.02	T1 = 16.05	T3 = 36.62
C36 = 16.82	C32 = 15.98	C32 = 35.92
C12 = 16.67	C12 = 15.50	C12 = 35.53
T3 = 16.42	C33 = 15.13	C6 = 35.37
C11 = 16.37	C35 = 14.25	T2 = 34.80
C9 = 16.05	C19 = 14.20	C35 = 34.63
C8 = 15.15	C5 = 14.00	C10 = 34.33
C10 = 15.05	C34 = 14.00	T4 = 32.75
C7 = 14.67	C6 = 13.90	C9 = 30.63
C35 = 13.27	C36 = 13.60	C7 = 29.90
C34 = 10.90	C9 = 12.00	C4 = 29.45

CUADRO 5. Resultados de la prueba de Tukey para detectar la --  
 mejor cepa para cada variedad, para el Muestreo 4. --  
 (33 días después de la siembra).

VARIEDAD: D-71	VARIEDAD: LEF-10-RB	VARIEDAD: BRG
C19 = 39.63	C1 = 38.38	C36 = 119.13
T1 = 35.57	T2 = 34.12	C11 = 96.25
C31 = 33.75	C6 = 29.75	C31 = 92.00
T4 = 32.63	C10 = 29.00	T3 = 88.00
C34 = 32.25	C4 = 27.87	C33 = 87.37
C32 = 31.38	C8 = 26.25	C4 = 85.63
C33 = 28.88	C11 = 25.63	C12 = 85.00
C1 = 28.13	C33 = 23.50	T1 = 84.25
C5 = 26.00	C31 = 22.37	C19 = 83.32
C35 = 25.50	T4 = 22.13	C9 = 83.25
T3 = 25.13	C32 = 21.75	C10 = 81.75
C9 = 24.50	C5 = 21.38	C7 = 81.12
T2 = 24.25	T1 = 21.38	C32 = 78.75
C7 = 24.00	C7 = 21.12	C6 = 78.13
C36 = 23.88	C12 = 21.00	C8 = 76.75
C4 = 23.75	C34 = 20.88	C34 = 75.50
C6 = 23.38	C35 = 20.88	T2 = 74.87
C12 = 23.13	C19 = 20.82	C5 = 73.00
C11 = 21.25	T3 = 20.75	T4 = 71.25
C8 = 21.00	C36 = 18.75	C1 = 69.82
C10 = 19.63	C9 = 17.50	C35 = 69.38

CUADRO 6. Resultados de la prueba de Tukey para detectar la --  
 mejor cepa para cada variedad, para el incremento de-  
 altura del Muestreo 1 al Muestreo 2.

VARIEDAD: D-71

C33 = 13.97	 	a
T2 = 13.60		
C36 = 13.07		
C11 = 13.00		
C4 = 11.85		
C5 = 11.62		
T4 = 11.42		
C19 = 11.40		
T1 = 11.28		
C9 = 10.77		
T3 = 10.53		
C6 = 9.65		
C32 = 9.50		
C31 = 9.45		
C8 = 9.42		
C1 = 9.30		
C34 = 9.15		
C12 = 9.07		
C10 = 8.75		
C7 = 6.52		
C35 = 6.40		

VARIEDAD: LFF-10-RB

T2 = 14.67	 	a
C8 = 14.37		
T4 = 13.55		
C1 = 13.28		
C7 = 11.90		
T3 = 11.80		
C11 = 11.12		
C4 = 10.95		
C31 = 10.85		
C10 = 10.20		
T1 = 10.07		
C5 = 9.73		
C33 = 9.48		
C12 = 8.20		
C19 = 8.10		
C35 = 7.90		
C36 = 7.45		
C32 = 7.45		
C9 = 7.22		
C34 = 7.13		
C6 = 6.68		

VARIEDAD: BRG

C33 = 41.12	 	a			
C8 = 38.15			b		
C36 = 37.65				c	
C19 = 33.15					d
T1 = 33.08					
C1 = 31.82					
C31 = 31.33					
C5 = 31.02					
C11 = 29.85					
T3 = 29.17					
T2 = 28.32					
C12 = 28.18					
C35 = 28.10					
C6 = 27.77					
C32 = 27.77					
C34 = 26.15					
C7 = 25.85					
C4 = 25.55					
T4 = 25.10					
C9 = 24.87					
C10 = 24.52					

CUADRO 7. Resultados de la prueba de Tukey para detectar la --  
 mejor cepa para cada variedad para el incremento de--  
 altura del Muestreo 1 al Muestreo 4.

VARIEDAD: D-71

C19 = 32.13  
 C34 = 30.50  
 T1 = 27.22  
 T4 = 26.40  
 C33 = 23.72  
 C31 = 23.20  
 C32 = 22.87  
 C36 = 20.12  
 T3 = 19.23  
 C9 = 19.22  
 C1 = 19.17  
 T2 = 19.10  
 C35 = 18.62  
 C11 = 17.87  
 C5 = 17.83  
 C4 = 17.30  
 C6 = 16.00  
 C7 = 15.85  
 C12 = 15.52  
 C8 = 15.28  
 C10 = 13.33



VARIEDAD: LEF-10-RB

C1 = 34.20  
 T2 = 25.18  
 C10 = 22.60  
 C6 = 22.53  
 C8 = 20.37  
 C11 = 20.27  
 C4 = 20.25  
 T4 = 18.05  
 C33 = 17.85  
 C5 = 17.10  
 C31 = 15.75  
 T1 = 15.40  
 T3 = 15.13  
 C19 = 14.73  
 C35 = 14.53  
 C7 = 14.50  
 C34 = 14.00  
 C12 = 13.70  
 C32 = 13.22  
 C9 = 12.72  
 C36 = 12.60



VARIEDAD: BRG

C36 = 108.65  
 C11 = 87.40  
 C31 = 82.32  
 C4 = 81.72  
 T3 = 80.55  
 C12 = 77.65  
 C9 = 77.50  
 C33 = 77.40  
 C7 = 77.07  
 T1 = 76.00  
 C10 = 71.95  
 C19 = 71.72  
 C32 = 70.60  
 C6 = 70.53  
 T2 = 68.40  
 C8 = 66.60  
 C5 = 65.70  
 C34 = 64.77  
 T4 = 63.60  
 C35 = 62.85  
 C1 = 60.58



CUADRO 8. Resultados de la prueba de Duncan para detectar la mejor cepa para cada variedad, para días a Germinación.

VARIEDAD: D-71

C34 = 7.50	a
C11 = 7.25	b
C9 = 7.00	c
C10 = 7.00	
C33 = 7.00	
C36 = 7.00	
C8 = 6.75	
T2 = 6.75	
T3 = 6.75	
T4 = 6.75	
C4 = 6.50	
C6 = 6.50	
C7 = 6.50	
C32 = 6.50	
C35 = 6.50	
C1 = 6.25	
C5 = 6.25	
C12 = 6.00	
C19 = 6.00	
C31 = 6.00	
T1 = 6.00	

VARIEDAD: LEP-10-RB

T4 = 7.50	a
C9 = 7.00	b
C11 = 7.00	
C31 = 7.00	
C36 = 7.00	
C7 = 6.75	
C19 = 6.75	
C33 = 6.75	
C34 = 6.75	
T1 = 6.75	
T3 = 6.75	
C8 = 6.50	
C10 = 6.50	
C12 = 6.50	
C32 = 6.50	
C1 = 6.25	
C4 = 6.25	
C5 = 6.25	
C6 = 6.25	
C35 = 6.25	
T2 = 6.25	

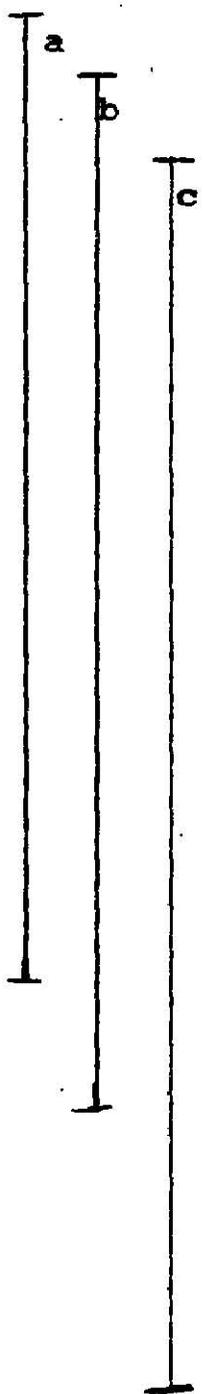
VARIEDAD: BRG

C4 = 7.25	a
C7 = 7.00	b
T2 = 7.00	
C5 = 6.75	
C9 = 6.75	
C6 = 6.50	
C10 = 6.50	
C12 = 6.50	
C19 = 6.50	
C35 = 6.25	
T1 = 6.25	
T3 = 6.25	
T4 = 6.25	
C1 = 6.00	
C8 = 6.00	
C11 = 6.00	
C31 = 6.00	
C32 = 6.00	
C33 = 6.00	
C34 = 6.00	
C36 = 6.00	

CUADRO 9. Resultados de la prueba de Duncan para detectar la mejor cepa para cada variedad para la transformación  $\sqrt{\text{Días a Germinación} + 1}$ .

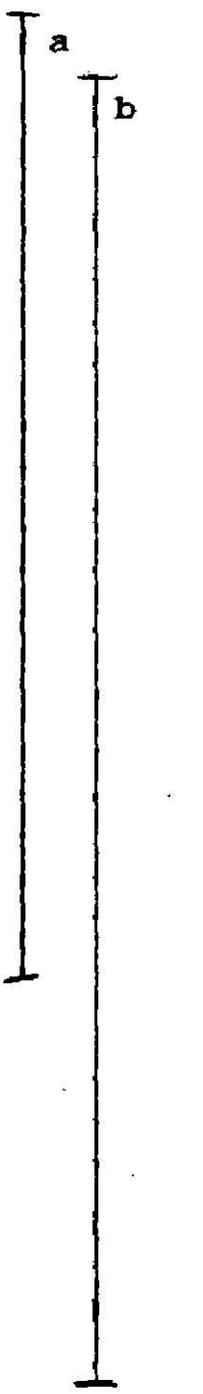
VARIEDAD: D-71

C34 = 2.91  
 C11 = 2.87  
 C9 = 2.83  
 C10 = 2.83  
 C33 = 2.83  
 C36 = 2.82  
 T2 = 2.78  
 T3 = 2.78  
 T4 = 2.78  
 C8 = 2.78  
 C4 = 2.74  
 C7 = 2.74  
 C32 = 2.74  
 C6 = 2.73  
 C35 = 2.73  
 C1 = 2.69  
 C5 = 2.69  
 C12 = 2.65  
 C19 = 2.65  
 C31 = 2.65  
 T1 = 2.65



VARIEDAD: LEF-10-RB

T4 = 2.91  
 C11 = 2.83  
 C31 = 2.83  
 C36 = 2.83  
 C9 = 2.82  
 C7 = 2.78  
 C19 = 2.78  
 C33 = 2.78  
 C34 = 2.78  
 T1 = 2.78  
 T3 = 2.78  
 C32 = 2.74  
 C10 = 2.74  
 C12 = 2.74  
 C8 = 2.73  
 C1 = 2.69  
 C4 = 2.69  
 C5 = 2.69  
 C6 = 2.69  
 C35 = 2.69  
 T2 = 2.69



VARIEDAD: BRG

C4 = 2.87  
 C7 = 2.83  
 T2 = 2.82  
 C5 = 2.78  
 C9 = 2.78  
 C6 = 2.74  
 C10 = 2.74  
 C12 = 2.74  
 C19 = 2.74  
 C35 = 2.69  
 T1 = 2.69  
 T3 = 2.69  
 T4 = 2.69  
 C1 = 2.65  
 C8 = 2.65  
 C11 = 2.65  
 C31 = 2.65  
 C32 = 2.65  
 C33 = 2.65  
 C34 = 2.65  
 C36 = 2.65



CUADRO 10. Resultados de la prueba de Tukey para detectar la mejor cepa para cada variedad para la transformación:  $\sqrt{\text{Días a Floración} + 1}$ .

VARIEDAD: D-71	VARIEDAD: LEF-10-RB	VARIEDAD: BRG
T4 = 7.50	C4 = 7.33	T4 = 7.07
C11 = 7.41	C1 = 7.25	C10 = 7.05
C33 = 7.36	C36 = 7.23	C9 = 7.00
C6 = 7.35	C32 = 7.21	C12 = 7.00
C7 = 7.33	C7 = 7.19	T2 = 7.00
C8 = 7.33	C1 = 7.17	C7 = 6.98
C9 = 7.33	C12 = 7.16	C6 = 6.94
C4 = 7.31	C9 = 7.14	C36 = 6.93
C5 = 7.31	C5 = 7.12	C11 = 6.93
C10 = 7.31	C8 = 7.12	C4 = 6.91
C34 = 7.31	C11 = 7.12	C34 = 6.89
T3 = 7.31	C35 = 7.12	T3 = 6.89
C1 = 7.29	T1 = 7.11	C5 = 6.87
C19 = 7.26	C31 = 7.09	C19 = 6.87
T2 = 7.25	C33 = 7.09	C35 = 6.87
C35 = 7.23	C34 = 7.07	C8 = 6.85
C12 = 7.21	T3 = 7.07	C31 = 6.82
T1 = 7.21	T2 = 7.04	T1 = 6.80
C36 = 7.18	T4 = 7.03	C32 = 6.78
C32 = 7.14	C10 = 7.02	C1 = 6.76
C31 = 7.11	C6 = 6.98	C33 = 6.76

CUADRO 11. Principales estadísticas para las variables estudiadas.

VARIABLE	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	C.V.	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	0	15.200	15.200	3.388	6.945	48.781	6.525	7.366
2	9.600	62.000	52.400	12.033	23.777	50.607	22.284	25.270
3	11.400	90.000	78.600	25.796	36.674	70.340	33.473	39.874
4	12.500	185.500	173.000	30.276	44.544	67.979	40.788	48.301
5	6.000	8.000	2.000	.710	6.540	10.860	6.452	6.628
6	43.000	58.000	15.000	3.155	49.548	6.368	49.156	49.939
7	2.646	3.000	.354	.127	2.743	4.625	2.727	2.759
8	6.633	7.681	1.048	.222	7.106	3.123	7.079	7.134
9	3.500	49.500	46.000	10.661	16.832	63.340	15.509	18.154
10	1.500	84.000	82.5	24.788	29.729	83.382	26.653	32.804
11	7.400	173.600	166.2	29.555	37.599	78.604	33.933	41.266
12	-11.100	58.500	69.6	15.599	12.897	120.952	10.962	14.832
13	-10.400	136.300	146.7	21.628	20.767	104.144	18.084	23.451
14	-40.000	102.5	142.5	14.186	7.871	180.245	6.111	9.631

Variable:

- 1= Altura Muestreo uno      7=  $\sqrt{V}$  Días a Germinación + 1      13= Muestreo 4-Muestreo 2  
 2= Altura Muestreo dos      8=  $\sqrt{V}$  Días a Floración + 1      14= Muestreo 4-Muestreo 3  
 3= Altura Muestreo tres      9= Muestreo 2- Muestreo 1  
 4= Altura Muestreo cuatro      10= Muestreo 3- Muestreo 1  
 5= Días a Germinación      11= Muestreo 4- Muestreo 1  
 6= Días a Floración      12= Muestreo 3- Muestreo 2

CUADRO 12. Resumen de los resultados de los análisis de varianza efectuados para las variables bajo estudio y su significancia.

VARIABLE	CUADROS MEDIOS										C.V.	C.V.	MEDIA GRAL.
	BLOQUE	VARIEDAD (v)	ERROR (a)	CEPA (c)	INTERACCION	ERROR (b)	C.V.	C.V.	C.V.	MEDIA GRAL.			
1	12.019	85.016 *	9.781	9.602 NS	15.111 *	10.11	44.99	45.74	6.95				
2	29.109	1085.332 **	16.764	72.615 *	59.979 NS	37.275	17.21	25.67	23.78				
3	88.141	73197.882 **	49.908	112.669 NS	87.33 *	83.26	19.265	24.88	36.67				
4	275.128	91178.170 *	219.451	141.712 NS	281.686 *	174.88	33.25	29.69	44.54				
5	1.185	1.861 **	.348	.505 NS	.657 *	.449	9.02	10.246	6.54				
6	11.921	628.619 **	6.365	5.813 NS	5.771 NS	4.68	5.09	4.37	49.55				
7	.037	.061 *	.011	.016 NS	.021 *	.014	3.82	4.31	2.74				
8	.057	3.132 **	.03	.028 NS	.032 *	.02	2.43	1.99	7.11				
9	11.87	912.329 **	16.710	57.339 NS	35.033 NS	23.44	24.28	28.76	16.83				
10	46.329	68332.65 **	56.651	101.443 NS	76.669 *	66.617	25.31	27.45	29.73				
11	268.505	85728.844 **	296.951	128.767 NS	270.027 NS	176.775	45.83	35.35	37.60				
12	16.396	24783.881 **	17.497	54.579 NS	52.346 NS	45.38	32.42	52.22	12.90				
13	375.590	35669.019 **	222.448	107.049 NS	247.915 NS	175.305	71.80	63.74	20.77				
14	459.93	1003.424 *	172.816	167.785 NS	215.613 NS	189.507	167.03	174.91	7.87				

CUADRO 13. Análisis estadístico para Incrementos de alturas por medio de Tukey a través del-factor variedad.

VARIABLES	CM	$\bar{X}$ V1 DELICIAS 71	$\bar{X}$ V2 LEF-10-RB	$\bar{X}$ V3 BAYO RIO GRANDE
Muestreo 2- Muestreo 1	912.329 **	10.46 <sup>b</sup>	10.10 <sup>b</sup>	29.93 <sup>a</sup>
Muestreo 3- Muestreo 1	68332.65 **	14.02 <sup>b</sup>	12.52 <sup>b</sup>	62.65 <sup>a</sup>
Muestreo 4- Muestreo 1	85728.844 **	20.50 <sup>b</sup>	17.84 <sup>b</sup>	74.46 <sup>a</sup>
Muestreo 3- Muestreo 2	24783.881 **	3.55 <sup>b</sup>	2.42 <sup>b</sup>	32.72 <sup>a</sup>
Muestreo 4- Muestreo 2	35669.019 **	10.04 <sup>b</sup>	7.74 <sup>b</sup>	44.53 <sup>a</sup>
Muestreo 4- Muestreo 3	1003.424 *	6.48 <sup>ab</sup>	5.32 <sup>b</sup>	11.80 <sup>a</sup>

