

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE 5 CEPAS DE Rhizobium phaseoli
EN FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.), MARIN, N. L.
CICLO TARDIO 1984

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTAN:

SEFERINO GARCIA DIAZ
ROSENDO MARTINEZ MONSIVAIS

MARIN, N. L.

MAYO DE 1986.

T

SB327

G37

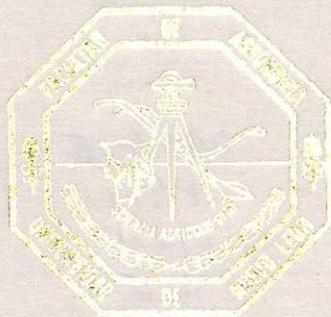
C.1



1080061903

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE 5 CEPAS DE Rhizobium phaseoli
EN FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.), MARIN, N. L.
CICLO TARDIO 1984

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA.

PRESENTAN:

SEFERINO GARCIA DIAZ

ROSENDO MARTINEZ MONSIVAIS

MARIN, N. L.,

MAYO DE 1986.

06179

T
SB327
937



040.635
FA2
1986
c.5

A DIOS NUESTRO SEÑOR

A LA MEMORIA DE MI PADRE :

SR. SEFERINO GARCIA HERNANDEZ (Q. E. P. D.)

Que aunque no vio realizado el anhelo de haber llegado a la culminación de mi carrera, lo recordare con cariño por seguir los consejos que en vida me dió.

A MI MADRE :

SRA. CONCEPCION DIAZ DE GARCIA.

Por brindarme siempre su amor y su apoyo a lo largo de mi vida.

A MI ABUELITA :

SRA. ELISA HERNANDEZ DE GARCIA.

Por compartir con ella mi vida de estudiante, agradeciendo su comprensión y su cariño.

A MIS HERMANOS :

HERNAN ALBERTO

MARIA ADELAIDA

MARIA GUADALUPE

OLGA LIDIA

GERARDO

Por el cariño y confianza que siempre me han brindado.

A MIS PADRES :

SR. ROSENDO MARTINEZ OVALLE

SRA. RICARDA MONSIVAIS NIÑO

Por su cariño, por el esfuerzo, por sus consejos y por el sacrificio incalculable que durante toda mi vida me han dado lograron la culminación - de mis estudios.

A MIS HERMANOS :

SOCORRO

LOURDES

MA. DE LA LUZ

SILVIA

DOLORES

LETICIA

JUAN ALBERTO

Que por su valiosa ayuda tanto moral como económica así como las palabras de aliento que me dieron hicieron posible el anhelo de todo estudiante.

A MIS AMIGOS
Y COMPAÑEROS :

Mi agradecimiento por el estímulo que me brindaron desinteresadamente durante el tiempo que convivimos juntos en la formación como profesionistas.

A NUESTRO ASESOR :

ING. RONALD JORGE LECEA JUAREZ

Por su grán ayuda y orientación en la
realización de este trabajo.

A NUESTROS MAESTROS :

ING. JAIME ALDAPE BOTELLO

ING. FRANSISCO RODRIGUEZ ESQUIVEL

Por las orientaciones y facilidades prestadas
para la realización de este trabajo.

A NUESTROS FAMILIARES :

Que de alguna ú otra forma co-
laboraron para la culminación
de nuestros estudios.

I N D I C E

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	
2.1 Importancia del cultivo del frijol	3
2.2 Origen	3
2.3 Clasificación	4
2.3.1 Taxonómica	4
2.3.2 Cariosistemática	5
2.3.3 Morfología	5
2.3.4 Variedades	6
2.4 Factores limitantes de la producción del frijol	7
2.5 Exigencias ecológicas generales para el frijol	7
2.5.1 Precipitación	7
2.5.2 Temperatura	8
2.5.3 Suelos	8
2.5.4 Ph del suelo	8
2.5.5 Clima	8
2.5.6 Humedad	9
2.5.7 Altitud	9
2.5.8 Fotoperiodo	9
2.6 La fijación biológica del nitrógeno atmosférico	11
2.6.1 Antecedentes	11
2.6.2 Ciclo del nitrógeno en la naturaleza	12
2.6.3 Descripción general de la bacteria (<u>Rhizobium</u> <u>sp</u>).	18
2.6.4 Taxonomía de <u>Rhizobium</u>	19
2.6.5 Morfología	19

	Pag.	
2.6.6	Ciclo de vida	20
2.6.7	Origen y clasificación de <u>Rhizobium</u>	20
2.7	Relación Planta - Bacteria	23
2.7.1	Interacción inicial	23
2.7.2	Infección	24
2.7.3	Especificidad	26
2.7.4	Efectividad de la bacteria	27
2.8	Factores que afectan la fijación del nitrógeno	29
2.8.1	Factores Químicos	29
2.8.2	Factores Físicos	32
2.8.3	Factores Biológicos	33
2.9	Trabajos Afines	35
III.	MATERIALES Y METODOS	
-	Localización del sitio experimental	38
-	Condiciones edáficas y climatológicas	38
-	Características botánicas de la variedad Canario 101	38
-	Descripción del diseño experimental y tratamientos.	41
-	Preparación del terreno.	42
-	Inoculación	42
-	Siembra	43
-	Labores de cultivo realizadas	44
-	Riegos	44
-	Cosecha	45
IV.	OBJETIVOS E HIPOTESIS	47
V.	RESULTADOS	48
VI.	DISCUSION	51
VII.	CONCLUSIONES	53
VIII.	RECOMENDACIONES	54
IX.	RESUMEN	55

X. BIBLIOGRAFIA
XI. APENDICE

INDICE DE TABLAS, FIGURAS Y CUADROS

	Pag.
Tabla # 1. Grupos de inoculación cruzada y asociaciones de <u>Rhizobium</u> -Leguminosas.	22
Tabla # 2. Determinación de las propiedades promedio físicas y químicas de suelo y subsuelo del sitio experimental.	40
Tabla # 3. Datos de temperaturas máximas, mínimas y medias en °C., en los meses de Agosto-Noviembre de 1984 en Marín, Nuevo León.	78
Tabla # 4. Precipitación registrada (mm) durante los meses de Agosto-Noviembre de 1984 en Marín, Nuevo León.	78

FIGURAS

Figura # 1. Características principales del ciclo del nitrógeno.	14
Figura # 2. Penetración del <u>Rhizobium</u> en el interior del pelo radical de una leguminosa.	65
Figura # 3. Distribución al azar de los tratamientos en el campo. Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	66

CUADROS

Pag.

- Cuadro 1. Concentración de datos para rendimiento en grano (Kg/Ha). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984. 67
- Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento en grano (Kg/Ha). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío - 1984. 67
- Cuadro 3. Concentración de datos para peso de planta (gr/60 plantas). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío - 1984. 69
- Cuadro 4. Análisis de varianza para peso de planta (gr/60 plantas). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío - 1984. 69
- Cuadro 5. Concentración de datos para el número de vainas. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984. 70

	Pag.
Cuadro 6. Análisis de varianza para el número de vainas. Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío - 1984.	70
Cuadro 7. Concentración de datos para peso de vainas (gr/vainas con grano). Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	71
Cuadro 8. Análisis de varianza para peso de vainas (gr/vainas con grano). Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	71
Cuadro 9. Concentración de datos para número de granos por vaina. Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	72
Cuadro 10. Análisis de varianza para número de granos por vaina. Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	72
Cuadro 11. Concentración de datos para el % de Nitrógeno. Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	73

- Cuadro 12. Análisis de varianza para el % de Nitrógeno. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984. 73
- Cuadro 13. Concentración de datos para la determinación del nitrógeno total - acumulado. (mg/planta). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984. 77

I. INTRODUCCION

México es uno de los principales países productores de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), debido a que la semilla de dicha leguminosa forma parte esencial de la dieta alimenticia del pueblo mexicano, junto con el maíz.

Esta leguminosa proporciona el 33 % de la proteína diaria, y se le considera como una fuente no esencial, sino complementaria de proteínas y calorías ya que otros cereales son deficientes en los aminoácidos lisina y triptófano.

El frijol común en México se siembra desde el nivel -- del mar hasta alturas de 2,500 msnm., cubriendo una superficie aproximada de 2 millones de hectáreas con características ecológicas, económicas y sociales muy diferentes. En el estado de Nuevo León en 1978, la superficie destinada al cultivo del frijol era de 3,500 has., con una producción anual de -- 1,500 toneladas en siembra de verano. Esta producción no satisface las necesidades del consumo actual teniendo que importar de otros estados cantidades considerables de este producto.

Considerando que es muy difícil que el pueblo mexicano cambie su tradición alimenticia para ingerir otras fuentes de proteína diferentes al frijol, se está tratando de resolver -- el problema mediante la inoculación en frijol, para aumentar los rendimientos y disminuir los costos de producción, ya que representa un gran desembolso utilizar fertilizante nitrogenado sintético además que con la crisis de energéticos su costo aumenta día a día.

Es un hecho muy importante que las leguminosas puedan

utilizar, además del nitrógeno proveniente del suelo, el nitrógeno atmosférico, por medio de las bacterias simbióticas del género de Rhizobium, que se encuentra en los nódulos de las raíces, por lo que debería ser tomado en cuenta en la investigación en los países en vías de desarrollo como es el caso de México, en los cuales el nitrógeno es uno de los factores más importantes, sino el de mayor importancia que limitan la producción agrícola.

La importancia de estudiar la relación Planta-Bacteria es justificada tomando en cuenta el ahorro que se pudiera tener anualmente por concepto de fertilizantes nitrogenados para frijol, así como también el ahorro de energéticos necesarios en la fabricación de esos productos nitrogenados.

El presente trabajo forma parte de una línea de investigación dentro del proyecto de " Fijación Biológica de Nitrógeno " de la F.A.U.A.N.L. en coordinación con el C.O.N.A.C.--Y.T., teniendo los siguientes objetivos:

- Evaluación de las unicepas con respecto a los Fertilizantes biológicos comerciales (multicepa) en base al rendimiento.
- Evaluar el contenido de nitrógeno total acumulado y nitrógeno disponible para el siguiente ciclo agrícola.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del cultivo del frijol

América Latina es la región donde se produce la mayor cantidad de este grano en el mundo, siendo México uno de los países de dicha región donde se produjo el 23 % de la producción total, en el año de 1977.

El frijol por su valor protéico, es uno de los alimentos básicos de la población en México, actualmente esta leguminosa ocupa el segundo lugar después del maíz, en cuanto a superficie que se siembra, como por volúmen de grano consumido - porcápita (21.26 Kgs/año).

Guautle (1979), la importancia que tiene el frijol en México es muy grande por ser una muy importante fuente de proteínas, aunque varias leguminosas contienen mayor cantidad de proteínas que el frijol.

La utilidad principal del frijol reside en sus semillas aunque también tiene multiples usos en la agricultura como por ejemplo abono verde, forraje, ensilado, etc.

2.2 Origen

El frijol llamado "etl" entre los antiguos Mexicanos, era cultivado por estos desde la época anterior a la conquista; su origen es muy confuso, pero es un hecho que los españoles lo llevaron de México a Europa y su explotación se extendió por casi toda América. Allar (1975).

Miranda (1979) señala que ésta planta es nativa del área México-Guatemala y se ha venido cultivando en México por

más de 4,000 años, según datos de restos arqueológicos encontrados en las cuevas de la región de Ocampo, Tamps., y en la cueva de Coaxcatlán, Puebla.

No fué sino hasta el año de 1853 cuando Linnaeus define su criterio en cuanto al origen del frijol común (Phaseolus vulgaris L.), estableciéndolo en Asia Occidental; siendo hasta 1866 cuando DeCandolle, la dió a conocer como una planta de origen americano y, específicamente de América del Sur, América Central, Sur de México (incluyendo las Antillas), hasta -- Perú, Ecuador y Bolivia. Miranda (1967).

2.3 Clasificación

2.3.1 Taxonómica:

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.), se clasifica de la siguiente manera, según Miranda (1967).

Reino	Vegetal
Subreino.....	Plantas
Phylum.....	Tracheophyta
Clase	Angiospermas
Subclase.....	Dicotyledoneae
Orden	Rosales
Suborden	Rosinae
Familia	Leguminoseae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Faseolae
Subtribu.....	Faseolinae
Género	<u>Phaseolus</u>
Especie	<u>vulgaris</u>

2.3.2 Cariosistemática

Según Weinstein (1926), el número somático de cromosomas de el frijol (Phaseolus vulgaris L.) es de $2n = 22$.

2.3.3 Morfología

Robles (1981) menciona que el frijol es una planta herbácea y anual, con una raíz típica ó pivotante ramificada en su origen, en la que después se observan nudocidades bacterianas que fijan el nitrógeno atmosférico.

El tallo es delgado y voluble en las variedades trepadoras, corto y erguido en las variedades de mata. En el primer caso puede alcanzar una altura hasta de 3 mts. y en el segundo caso de 0.5 a 0.6 mts.

Las hojas son compuestas, alternas, pecioladas, de color verde claro, con tres folíolos cordiformes (Trifoliadas) y provistas de estípulas y estipulillas persistentes.

Las flores tienen forma amariposada, presentan un color variable en las distintas especies (rojo, blanco, purpura, etc.) y están agrupadas en racimos que salen de las axilas foliares.

El cáliz pequeño con cinco sépalos; la corola dialipétala, con el estandarte más corto ó el mismo largo que las alas y la guilla con el extremo más agudo y torcido en espiral.

Los estambres son diez, los cuales nueve están unidos por sus filamentos y el otro permanece libre.

El ovario es unicarpelar, unilocular y con muchos ovulos.

El fruto es una vaina ó legumbre (ejote) colgante, --

recta ó arqueada, comprimida gibosa y mucronada, que se abre - en dos valvas, cuando esta maduro es dehiscente y puede abrirse por la sutura ventral ó la dorsal.

La semilla es exalbuminosa. Se origina de un ovulo camilotropo, puede tener varias formas: cilíndrica, de riñon, esferica y otras.

Las partes externas de la semilla más importantes son: la testa o cubierta, el hilum, el micrópilo y el rafe. Internamente la semilla está constituida por el embrión, el cual -- está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocotilo, los dos cotiledones y la radícula.

2.3.4 Variedades

Dentro de la especie Phaseolus se encuentran infinidad de variedades, de las cuales los tipos " Flor de Mayo ", " Mantequilla ", " Garbancillo ", " Negro 150 " , " Canario 101 y - 107 " y " Jamapa " son algunas de las variedades más recomen--dables para sembrar en las diferentes zonas del país, según -- Crispín (1971).

Dentro de estas variedades se encuentran algunas de crecimiento determinado (Canario 101 y Canario 107), y de crecimiento indeterminado ó de semiguía (Jamapa).

2.4 Factores Limitantes de la Producción de Frijol

La mayoría de los agricultores en México cultivan el frijol bajo condiciones de temporal, siendo una minoría la que lo cultiva bajo riego, esta condición y la asociación de frijol con el maíz limitan gradualmente los rendimientos según lo menciona Miranda, 1966.

Otros Factores que limitan el rendimiento son: la utilización de semillas no mejoradas por los agricultores, además del ataque de plagas y enfermedades, así como malas hierbas - que compiten con el frijol por nutrientes, humedad y energía luminosa.

Además de que el uso de fertilizantes nitrogenados es reducido, éste es uno de los problemas principales como se ha mencionado anteriormente y esto es debido principalmente a que este elemento se emplea en otros cultivos con mayor necesidad de nitrógeno que el frijol, además que los altos costos no pueden ser abatidos por la mayoría de los agricultores.

2.5 Exigencias Ecológicas Generales para el Frijol

2.5.1 Precipitación

El cultivo del frijol se desarrolla bien en regiones templadas y tropicales con lluvias abundantes entre los 1,000- - - 1,500 mm anuales en promedio. Las lluvias excesivas durante el periodo de la floración provocan la caída de las flores. Parsons (1981).

2.5.2 Temperatura

Por razón de origen, el frijol es notablemente sensible al frío, la temperatura mínima de germinación es de 10° C, su vegetación no tiene vigor si la temperatura no es arriba de 13° C. La temperatura afecta en gran parte la duración de la época de crecimiento del frijol, las bajas temperaturas alargan la duración del ciclo vegetativo y las altas en un ambiente muy seco dificultan la fructificación. Parsons (1981).

2.5.3 Suelos

El frijol prospera bien en suelos fértiles de estructura media, como el franco limo-arcilloso; los suelos deben ser profundos y bien drenados. Los suelos pesados son frecuentemente húmedos y frios que causan el crecimiento lento. Los suelos -- con alto contenido de materia orgánica pueden favorecer el excesivo crecimiento vegetativo de la planta en perjuicio de la producción de semillas o vainas. Parsons (1981).

2.5.4 Ph del Suelo

Las plantas de frijol prosperan mejor en suelos con un Ph de 5.5 a 6.5. Con valores de Ph superiores la disponibilidad de fierro y otros nutrientes se hace menor, por lo que se presentan problemas con las plantas que se desarrollan en suelos alcalinos.

2.5.5 Clima

El cultivo del frijol por lo general se adapta a los diferentes tipos de climas, por lo tanto se cultiva en todas las zonas agrícolas del país si su ciclo no coincide con el período

de heladas pues es sumamente susceptible a las bajas temperaturas. En el estado de Nuevo León, solo se cultiva en el ciclo de tardío, ya que en el temprano su desarrollo no es óptimo por las altas temperaturas. Robles (1976).

2.5.6 Humedad

Se puede producir el cultivo del frijol bajo condiciones de temporal si existe una buena precipitación durante el ciclo vegetativo, tal como unos 600 mm ó más, en lugares en donde no se alcanza deberá de recurrirse al riego (Baileg, 1961). El frijol es más productivo en regiones de baja humedad debido - - principalmente a la menor incidencia de plagas y enfermedades - que atacan a la planta en las zonas húmedas. Francis (1981).

2.5.7 Altitud

Generalmente se admite que el cultivo de frijol se desarrolla bien a una altura que va desde los 500 a 1,800 metros sobre el nivel del mar.

2.5.8 Fotoperíodo

El cultivo del Frijol se clasifica dentro de las plantas que requieren una corta duración del período de la luz, aunque el efecto del fotoperíodo sobre la floración no es importante, ya que la mayoría de las variedades que existen actualmente son indiferentes a este.

Algunos genotipos, si se cultivan en lugares de día largo se ven afectados en forma indirecta en el rendimiento, ya -- que se provoca un abundante desarrollo vegetativo, disminuyendo el reproductivo.

En lo que se refiere a la intensidad de la luz necesaria para la planta, esta tendrá que ser adecuada ya que tiene un efecto indirecto en la fotosíntesis y la respiración; el equilibrio de los anteriores procesos implica la existencia adecuada de la fotosíntesis para el buen desarrollo de la planta. Edmon y Mateo (1976).

2.6 La Fijación Biológica del Nitrógeno Atmosférico

2.6.1 Antecedentes

Una de las relaciones simbióticas más importantes e interesantes es la que se da entre leguminosas y las bacterias -- del género Rhizobium.

La fijación biológica de nitrógeno en las leguminosas es un proceso simbiótico en el cuál se da lugar en los nódulos formados generalmente por las bacterias Rhizobium en la raíz. Bach, 1958 señala que este proceso simbiótico consiste en la aportación de carbohidratos por la planta huésped y por las bacterias enzimas capaces de fijar hidrógeno sobre nitrógeno del -- aire para la síntesis del amoníaco.

Según Broun, et al. (1932). Boussingault en 1838 estableció un experimento con dos leguminosas (guisante y trébol) y una gramínea (trigo), encontró que el nitrógeno de las semillas cosechadas se incrementó significativamente con respecto -- al de las semillas sembradas en el caso de las leguminosas, más no en el trigo; este nitrógeno por lo visto fué tomado del -- aire. Este trabajo se considera como la primera demostración -- experimental de la fijación del nitrógeno atmosférico por las -- leguminosas.

Beijernick en 1888, citado por Mejía en 1982, obtuvo cultivos puros de bacteroides y demostró que son los responsables en producir los nódulos y fijar nitrógeno en las leguminosas. Desde entonces muchos trabajos han resaltado la gran importancia de la fijación simbiótica, no solo en la agricultura, sino también en el ciclo biológico del nitrógeno y su equilibrio natural.

Wafsmán, 1963 menciona que el Rhizobium puede persistir en los suelos por varios años aún en ausencia de la planta hos-

pedera pero, sin embargo, rara vez se le encuentra en suelos donde no ha sido cultivado leguminosa alguna. Expresa que la bacteria muere en el suelo muy lentamente y que se distribuye en gran escala por las semillas, por el suelo y por las aguas de riego.

La utilización del gas nitrógeno (N_2) como fuente de nitrógeno se denomina como fijación de nitrógeno, en este proceso el N_2 es reducido a amoníaco (NH_3) y este es convertido a la forma orgánica. La fijación de nitrógeno está ligada específicamente a la simbiosis de la bacteria y la planta además de la formación de nódulos. Mejía (1982).

La infección espontánea por los rizobios nativos del suelo, no es suficiente para obtener el máximo beneficio de la simbiosis, ya que solo el 25 % de las bacterias son efectivas (Alexander, 1980). Por ello, actualmente se recomienda la inoculación.

2.6.2 Ciclo del Nitrógeno en la Naturaleza

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.

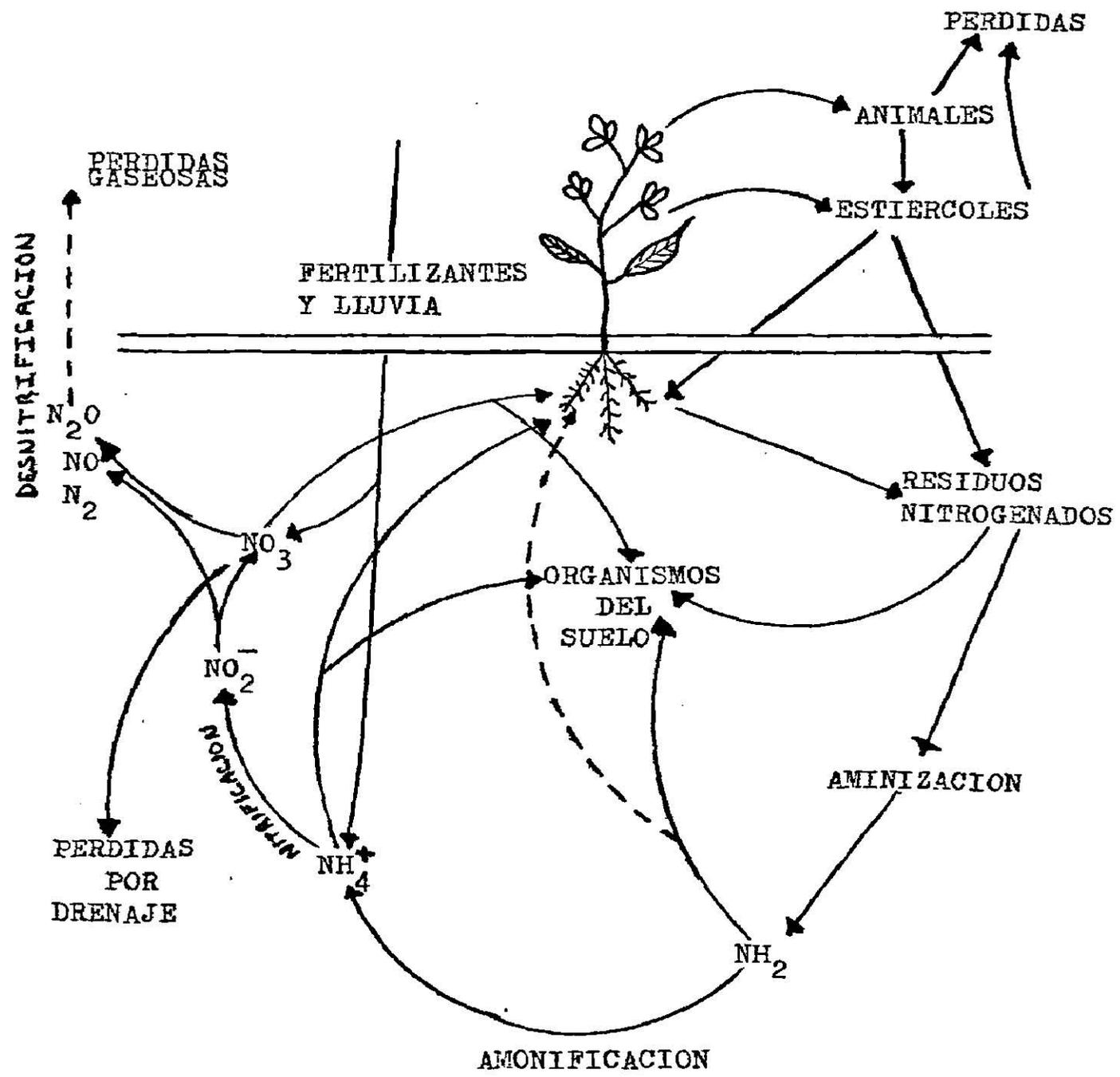
Altas cantidades de nitrógeno existen en la atmósfera -- (78 %) pero las plantas no tienen moléculas receptoras de este nitrógeno libre y no lo pueden utilizar. Este nitrógeno puede ser disponible para la planta por medio de organismos fijadores de este elemento o por una pequeña fracción fijada por las tormentas eléctricas, cantidad que va desde 2-20 kg/ha/año. Aunque la planta toma del suelo altas cantidades 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.

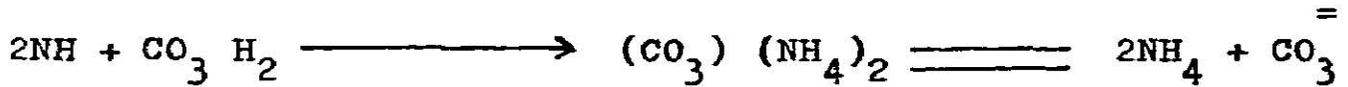
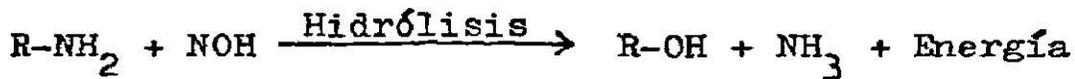
Otro camino de este ciclo lo constituye la muerte de la planta ya que bacterias y hongos de la putrefacción lo incorporan nuevamente al suelo.

El nitrógeno en el suelo sigue el ciclo por tres caminos muy importantes, los cuales son: AMONIFICACION, NITRIFICACION, y siguiendole en cierta forma un proceso de pérdida de nitrógeno el cual se denomina DESNITRIFICACION. (Fig. No. 1)

Figura 1.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL CICLO DEL NITROGENO



a). Amonificación.

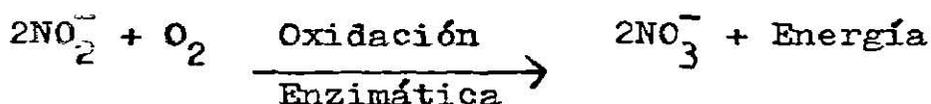
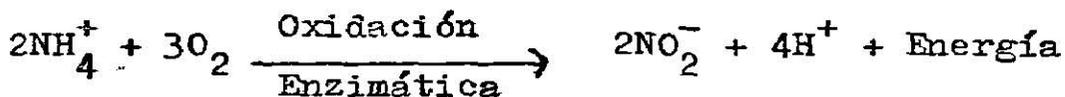


Los compuestos nitrogenados de los cuerpos de plantas, animales y desechos nitrogenados escretados por los animales sirven como fuente de alimento para muchos diferentes tipos de hongos y bacterias que causan la descomposición de la bacteria.

Como resultado de esta descomposición se produce amoníaco (NH_3). Parte de este amoníaco se escapa al aire, pero en su mayor parte reacciona inmediatamente con el agua para formar el Hidróxido de Amonio (NH_4OH). Los iones amonio pueden ser absorbidos directamente por muchas plantas y ser utilizados como fuente de nitrógeno.

Los factores que favorecen la amonificación son: la cantidad de carbohidratos disponibles, la composición química del material nitrogenado, los microorganismos involucrados y la acidez, areación y humedad del suelo. Buckman y Brady. (1977).

b). Nitrificación



El producto de la amonificación es el amoniaco (NH_3), que pasa al suelo en forma de iones Amonio, este puede ser atacado por bacterias nitrificadoras y transformado a Nitratos -- (NO_3^-) otra forma aprovechable por la planta.

Este paso es llevado a cabo en dos fases: la primera - fase es la oxidación del Amoniaco a Nitritos (NO_2^-), intervienen dos tipos de organismos, Nitrosomonas y Nitrosococcus. Ninguno de estos organismos puede oxidar los Nitritos que producen; la segunda fase consiste en la oxidación de los Nitritos (NO_2^-) para formar los Nitratos (NO_3^-) esto es llevado a cabo por un organismo diferente, el Nitrobacter.

Las condiciones que favorecen la Nitrificación son las siguientes; Ph Alcalino, Buena aireación y además de la inexistencia de grandes cantidades de carbohidratos en el suelo. Buckman y Brady (1977).

c). Formas de Perdidas del Nitrógeno

Ciertos microorganismos pueden reducir los Nitratos -- hasta llegar a nitrógeno molecular. Estos organismos son conocidos como bacterias desnitrificadoras, siendo Bacterium desnitrificans una de las especies mejor conocidas.

La desnitrificación se favorece por una pobre aireación del suelo, las bacterias desnitrificantes son anaerobias facultativas; extraen el oxígeno de los Nitratos ó Nitritos. Más que usar el oxígeno atmosférico, este oxígeno es utilizado para oxidar el hidrógeno de los alimentos orgánicos formando --- agua como uno de los productos finales.

Otras perdidas pueden ser debido a: erosión, lixiviación y volatilización.

Existe otro factor como fuente de compuestos nitrogenados, la Lluvia. Pequeñas cantidades de Nitrógeno inorgánico - llegan al suelo provenientes de la atmósfera. Durante las tormentas eléctricas se forman óxidos que son incorporados al suelo por las lluvias. También el Amoníaco se escapa hacia la atmósfera procedente de varias fuentes, puede retornar al suelo en solución en las gotas de lluvia.

2.6.3 Descripción General de la Bacteria

El género Rhizobium pertenece a la familia Rhizobiaceae que además comprende a los géneros Agrobacterium y Chromobacterium. Etimológicamente el nombre de esta familia proviene de dos raíces griegas: "Rhiza" = raíz y "Bios" = vida. (Jordan y Allen, 1975) citados por Mejía, 1982.

Las bacterias del género Rhizobium son un grupo de microorganismos genéticamente diversos y fisiológicamente heterogéneo. Sin embargo, están clasificados juntos por su aptitud para nodular plantas de la familia Leguminosae. (Somasegarn, Hoben y Halliday, 1981).

La importancia del género Rhizobium estriba en la capacidad de los organismos de producir nodulos en las raíces de las plantas leguminosas, fijando nitrógeno atmosférico de los espacios del suelo mientras viven en forma simbiótica. (Trujillo, 1980).

Los rizobios son bacilos Gram-negativos, no forman esporas, son bacilos aerobios y miden 0.5 a 0.9 μm . de ancho y de 1.2 a 3.0 μm . de largo (Alexander 1980), extraídos de los nodulos se presentan en forma de X, Y, T, racimos, estrellas ó masas llamadas bacteroides, son típicamente móviles ya que tienen de 2 a 5 flagelos peritricos sobre la superficie y uno de ellos es subpolar en la mayoría de los casos; los flagelos peritricos desaparecen facilmente, lo que no sucede con el flagelo subpolar. (Dley y Rassel, 1965).

En medios de cultivo in vitro pueden crecer facilmente con manitol ó glucosa y amoníaco o Nitrato; necesitan de vitamina como: biotina, tiamina, ác. pantotéico y algunas veces - rivo flavina. (Alexander, 1980). Citados por Mejía, 1982.

Hasta hace poco se creía que ninguna bacteria de Rhizobium utilizaba nitrógeno en medio de cultivo, pero ahora es -- evidente que algunas cepas fijan nitrógeno fuera de la planta (Pagan et. al.; Alexander, 1980), sin embargo otros autores afirman que los rizobios cuando viven en estado libre en el -- suelo no son capaces de fijar nitrógeno del aire, sino que es indispensable una planta hospedera (Allen, 1979).

2.6.4 Taxonomía del Rhizobium.

Reino	Vegetal
Subreino	Thallophyta
División	Schizophyta
Clase	Schizomycetes
Orden	Eubacteriales
Familia	Rhizobiaceae
Género	<u>Rhizobium</u>

2.6.5 Morfología

Según Bergensen, 1957, en todos los tipos de Rhizobium se encuentra la presencia de gránulos citoplasmáticos poco ostentibles y de una actividad metabólica intensa.

Se ha encontrado pared celular, y la membrana citoplasmática de Rhizobium trifolii están constituidas de una doble -- a de espesor semejante. (Vincent, 1962).

La bacteria tiene una forma cocoidal en cultivos puros, y dentro de los nódulos adquiere formaciones en T llamados -- bacteroides. En esta condición se cree que la fijación de nitrógeno es llevada a cabo más eficientemente.

Son bacterias aerobias obligadas, la simbiosis ordinariamente resulta de la fijación de nitrógeno atmosférico; -- cuando son juvenes son móviles, comunmente cambian a forma de bacteroide. La temperatura óptima para su desarrollo son 25°C además son heterotróficas.

2.6.6. Ciclo de Vida

De acuerdo a estudios realizados por varios investigadores se han propuesto teorías sobre el ciclo de vida del Rhizobium, denominandose a uno de ellos como ciclo " reducido " y a otro ciclo " completo ". (Bisset, 1952).

El ciclo " reducido " generalmente lo podemos localizar en Rhizobium de plantas cultivadas, mientras que el otro ciclo " completo " lo encontramos en Rhizobium de plantas silvestres y de jardín en la mayoría de los casos.

Harris 1957, define como ciclo de vida más simple en -- este género la secuencia de cocoides, bacilos y bacteroides, -- siendo estos últimos de no tener la capacidad de crecimiento -- no reproductivo.

2.6.7 Origen y Clasificación de Rhizobium

Según Jensen (1952), citados por Guerra, 1985 mencionan que el origen del Rhizobium proviene de las Corinebacterias, probablemente entre los organismos móviles y patógenos -- de las plantas.

Beijerinck clasifico primero a la bacteria como Bacillus radicolica, el cuál fué un término que fué usado durante mucho tiempo hasta que un bacterologista alemán sugirió el -- nombre de Rhizobium leguminosarum (Burges, 1960; Tanner, --

1948) y R. radicicola.

Actualmente la base generalmente aceptada para la clasificación del género Rhizobium, es la de grupos de inoculación cruzada, refiriéndose solamente a la relación organismo-planta sin tomar en cuenta las características de la bacteria.

Burton, 1967 define como grupo de inoculación cruzada a las leguminosas noduladas por un mismo Rhizobium y en consecuencia, una especie del género Rhizobium está formada por todas las cepas que nodulen a un grupo de inoculación cruzada.

Si bien es cierto que un grupo de leguminosas puede ser infectado por una sola cepa de Rhizobium, respondiendo en forma diferencial a algunas leguminosas, tal respuesta de infectividad divide el grupo de leguminosas en pequeños subgrupos, lo cual tiene gran importancia en la selección de cepas para la inoculación.

Se han establecido más de 20 grupos de inoculación cruzada, de los cuales 7 han resultado ser de importancia y no más de 6 se han delimitado como especies (Alexander, 1980).
(Tabla 1).

Tabla 1.- Grupo de Inoculación Cruzada y Asociaciones de Rhizobium - Leguminosas.

Grupo de Inoculación Cruzada.	Especies de <u>Rhizobium</u>	Género Hospedero	Leguminosas Incluidas
Alfalfa	<u>R. meliloti</u>	<u>Medicago</u>	Alfalfa
		<u>Melilotus</u>	Trebol dulce
		<u>Triagonella</u>	Alhova
Treboles	<u>R. trifolii</u>	<u>Trifolium</u>	Trebol
Chicharo	<u>R. leguminosarum</u>	<u>Pisum</u>	Chicharo
		<u>Vicia</u>	Algarrobo
		<u>Lathyrus</u>	Chicharo dulce
		<u>Lens</u>	Lenteja
		<u>Phaseolus</u>	Frijoles
Lupino	<u>R. lupini</u>	<u>Lupinus</u>	Lupinos
Soya	<u>R. japonicum</u>	<u>Ornithopus</u>	Serradella
		<u>Glycine</u>	Frijol soya
Cowpea	<u>R. japonicum</u>	<u>Vigna</u>	Cowpea
		<u>Lespedeza</u>	Lespedeza
		<u>Crotalaria</u>	Crotalaria
		<u>Pueraria</u>	Kudzu
		<u>Arachis</u>	Cacahuate
		<u>Phaseolus</u>	Frijol lima

2.7 Relación Planta-Bacteria

2.7.1 Interacción Inicial.

Se tiene el conocimiento que las leguminosas exudan por el sistema radicular una gran variedad de sustancias, las que de alguna forma estimulan la multiplicación de los rizobios en la rizósfera. (Nutman, 1965).

Esta reacción no es específica ya que muchas otras bacterias se multiplican en la misma zona (Lie, 1981). Esta - proliferación se atribuye a la presencia de factores de crecimiento (biotina y tiamina), y fuentes energéticas (carbohidratos y aminoácidos), Date, 1976. De los aminoácidos exudados por las raíces, el triptófano ha recibido particular atención por ser fácilmente convertido por Rhizobium a fitohormona como el ácido indolacético (AIA) (Lie, 1981).

El AIA se origina por la oxidación del triptófano y en presencia de un cofactor desconocido induce el curvamiento y - ramificación de los pelos radicales (Nutman, 1971). Además del AIA, se han identificado reguladores del crecimiento - tales como auxinas, etileno, ácido giberelico, citocininas y - ácido absicico en las raíces de las plantulas, extracto de las raíces y en el medio en que se encuentra la raíz durante la in fección, pero no se han encontrado la función específica de estos factores. (Dart, 1974 citado por Mejía, 1982).

Antes de la infección, los rizobios y los pelos radicales se unen estrechamente (Lie, 1981). Esta unión es perpendicular a los pelos radicales y se atribuye a una fuerte polaridad de las células de Rhizobium (Bauer, 1982). Se supone que las lecitinas son las responsables de la unión específica, por la unión de un puente molecular entre los antígenos -

comunes o de reacción cruzada de las raíces y las células de Rhizobium (Dazzo y Hubbel, 1975) citados por Mejía 1982.

2.7.2 Infección

Para que el proceso simbiótico de la fijación de nitrógeno atmosférico por Rhizobium se lleve a cabo, debe de ocurrir primeramente la infección de las raíces para la formación de los nódulos radicales. (Brock, 1978).

La infección de la raíz se produce a través de los pelos radicales. La deformación de tales pelos radicales es, se puede decir el preludio a la infección si la cepa de Rhizobium es específica y está en contacto con las raíces de la leguminosa. En este momento pueden producirse enzimas que disuelven la celulosa de las microfibrillas del pelo radical y permiten que las bacterias se deslicen a través de la pared del pelo radical hasta el citoplasma. Luego se multiplican con alta rapidez que forman largos filamentos en esos pelos y hacia el interior del parénquima radical; originándose una rápida proliferación en los tejidos circundantes de los tejidos corticales más internos de la raíz y así se inicia la formación del nódulo. Este esbozo empuja hacia afuera el parénquima, la epidermis y produce una tumefacción lateral en la raíz; el nódulo consiste en una masa de células parenquimatosas de fina membrana, generalmente llenas de germen específico.

Si la célula infectada es una célula diploide normal habitualmente es destruida por la infección sufriendo necrosis y degeneración; sin embargo, si es una célula tetraploide puede ser el predecesor del nódulo.

En la raíz siempre hay un pequeño número de células tetraploides de origen espontáneo, y si una de estas células

queda infectada es estimulada a dividirse, las divisiones progresivas de tales células conducen a la aparición del nódulo.

En cultivo, los rizobios producen citocininas que hacen que las células tetraploides se dividan por lo que es probable que esto ocurra en las células infectadas (Brock 1978). Al multiplicarse las bacterias dentro de las células tetraploides las bacterias se transforman entonces en unas formas inchadas deformes y a veces ramificadas llamadas bacteroides.

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

El nódulo maduro fijador de nitrógeno (N_2), es rojo, color que resulta de la producción de una proteína que contiene hierro parecida a la hemoglobina, denominada Leghemoglobina. (Brock 1971).

Aunque no se ha aclarado el papel que desempeña la Leghemoglobina en la fijación de nitrógeno, se ha propuesto la idea que debe funcionar manteniendo la tensión de oxígeno baja que se requiere para la fijación de nitrógeno. Así mismo, debido a su elevada afinidad para con el oxígeno, ésta permite que este gas llegue a los nódulos bacterianos de la raíz, incluso en condiciones de niveles bajos de oxígeno libre. (Godwin y Mercer, 1973) citado por Devlin, 1980.

Se ha demostrado que existe una relación muy estrecha entre la tasa de Leghemoglobina en los nódulos y la eficiencia de la simbiosis leguminosa- Rhizobium (Viertanen, 1947).

La enzima nitrogenasa es esencial para la reacción de fijación; la enzima es sintetizada por los bacteroides, aunque no se sabe el lugar exacto de la síntesis (Brock, 1978). La nitrogenasa en los nódulos tiene características parecidas a las de las bacterias de vida libre, debido a su capacidad de reducir acetileno y N_2 .

Para la fijación del N_2 por los bacteroides se requiere energía en forma de ATP. El primer producto de esta fijación de N_2 es NH_3 ; éste es convertido en aminoácidos, y estos a su vez son transferidos por el bacteroide a las células radicales y posteriormente a toda la planta.

2.7.3 Especificidad.

En la asociación simbiótica entre leguminosas y bacterias del género Rhizobium existe un marcado grado de especificidad entre la planta y la especie bacteriana (Petter y Alexander, 1966). Citados por Pérez, 1980.

La planta hospedera tiene una influencia dominante en determinar cuál cepa en efecto, formará los nódulos (Date, 1976). Si estas líneas o cepas de Rhizobium son útiles en unas especies vegetales pero no en otras, aunque formen nódulos (inefectivos); siendo ésto un claro ejemplo de especificidad. Mejía, 1982.

Sin embargo, para la buena nodulación se requiere de una bacteria específica para la planta huésped y que ésta sea efectiva en el proceso de fijación de nitrógeno (Burton y Sidney, 1978). Observaciones realizadas por Burton, 1954 indican que cuando se inocula con bacteria inefectiva a cultivares de frijol se observa un crecimiento limitado y bajo rendimiento de grano, mientras que cuando se inocula con bacteria efec-

tiva las plantas de frijol poseen un crecimiento vigoroso y un alto rendimiento del grano. Pantzay, 1981.

Burton, 1954 reporta que el frijol (Phaseolus vulgaris L.) nodula con cepas de Rhizobium nativas del suelo y observa un gran porcentaje de nodulación provenientes de cepas nativas del suelo y solo un 10-20 % de la inoculación artificial de las semillas.

Algunos cultivares son más promiscuos, nodulando y fijando nitrógeno con un gran número de cepas (inoculación cruzada) al paso que otros son de difícil nodulación. Freire, 1978.

Cepas de Rhizobium con simbiosis efectiva con plantas de diferentes especies se denominan cepas de amplio espectro, por lo general cepas aisladas de un hospedero dado, son más efectivas con él, que con otro hospedero del mismo grupo de inoculación cruzada. Pérez, 1980.

2.7.4 Efectividad de la Bacteria.

En la actualidad se utilizan diferentes métodos y criterios para seleccionar cepas efectivas de Rhizobium, dependiendo de los objetivos y condiciones existentes. Mejía, 1980.

La efectividad generalmente es medida por la cantidad total de nitrógeno fijado, y por la producción de materia seca de la parte aérea o del rendimiento de la semilla. También puede evaluarse por el N_2 total de la planta, aunque las leguminosas pueden responder a la inoculación de varias formas: incremento en la masa nodular, número de nódulos, distribución y color de los nódulos, cambios del color en el follaje, incremento en el vigor de la planta, etc. (Vincent, 1975).

Las plantas leguminosas inoculadas con rizobios efectivos fijan nitrógeno y se desarrollan bien sin mostrar deficiencias, mientras que al inocular con rizobios inefectivos no hay ninguna respuesta, especialmente si se siembra en un suelo que se haya inoculado anteriormente con rizobios efectivos. Mejía, 1982.

Chávez, 1977 señala que las causas de la baja efectividad de las cepas de Rhizobium phaseoli L. en la Meseta Central de México pueden ser las siguientes: la presencia de fagos en el suelo y cepas nativas altamente competitivas y poco efectivas para la fijación de nitrógeno; condiciones físicas y nutrimentales del suelo adversas a la infección y actividad de R. phaseoli L; incompatibilidad entre cepas de R. phaseoli L. y las variedades de frijol inoculadas.

2.8 Factores que Afectan la Fijación del Nitrógeno

Ahmed y Evans, 1961; Lie, 1964; Bergensen, 1971; Russell, 1961, indican que el proceso de fijación simbiótica de nitrógeno puede ser afectado por el número de nódulos, así como por su tamaño y longevidad, la raza de Rhizobium, las condiciones de crecimiento, el manejo del cultivo, la disponibilidad de agua y nutrientes del suelo. Citados por Alcantar, - - 1978.

Epstein, 1972 menciona que la formación de nódulos efectivos en cuanto a la fijación de nitrógeno es un proceso elaborado sujeto a diversas influencias, tanto endógenas, proporcionadas por la planta como factores externos en la zona de las raíces.

Pérez, 1980 clasifica los factores que limitan ó afectan la fijación biológica de nitrógeno en factores Químicos, - Físicos y Biológicos, para la finalidad de este trabajo hemos decidido utilizar tál clasificación.

2.8.1 Factores Químicos

El aspecto nutricional es de suma importancia en la simbiósis; cualquier deficiencia o toxicidad que afecte a la - - planta, afecta también a la fijación simbiótica de nitrógeno. Sin embargo se requiere la presencia de Fe, Co, Mo, S, N, P, y Ca. (Stewart, 1966 y Graham, 1977).

El hierro es necesario para la producción de Leghemoglobina presente en los nódulos y en otros compuestos en el proceso de maduración de los nódulos. Bergensen, 1963.

El cobalto es necesario en la fijación de nitrógeno por medios biológicos, debido a que forma parte esencial de la vitamina B₁₂, la que puede ser indispensable en la biosíntesis de la leghemoglobina.

Stewart, 1966 menciona que un aumento en la fijación de nitrógeno está asociado con un aumento de vitamina B₁₂, y el contenido de leghemoglobina en el nódulo.

El molibdeno es muy importante ya que en estudios realizados se ha determinado que no es la planta la que establece las necesidades de este elemento, sino las bacterias simbióticas.

Stewart, 1966 citados por Guerra 1985 señalan que en deficiencia de Mo la mayor parte de este se acumula en los nódulos, especialmente en el tejido nodular.

La toxicidad de elementos como manganeso y aluminio, -- así como la disponibilidad de otros, puede deberse a efectos de la acidéz del suelo (Ph) y deficiencias del calcio. Los efectos del Ph se acentúan más en el proceso de nodulación que en el de fijación de nitrógeno. (Jensen, 1944).

Milanes, 1975 indica que el calcio es el factor esencial para la formación de nódulos y el buen funcionamiento de ellos. Además de modificar el Ph del suelo, también influye de manera determinante en la absorción de elementos tales como el boro, molibdeno y fósforo necesarios para la planta y la bacteria.

La falta del calcio induce una degradación del nódulo -- antes que se efectue la fijación de nitrógeno a través de un deficiente abastecimiento de carbohidratos. Gibson, 1975.

Respecto al fósforo, su deficiencia reduce la cantidad de nitrógeno fijado, por una restricción en el desarrollo de la planta huésped (Andrew, 1962), sin embargo, se ha señalado que los requerimientos del fósforo para la nodulación y la actividad nodular son mayores que aquellos requeridos para el desarrollo de la planta huésped. (DeMooy et. al. 1973).

Se reporta que el 50 % del fósforo aplicado pasa a formar parte del ATP, ADP y AMP y el resto participa en compuestos orgánicos disolubles en los nódulos; por otro lado Andrew 1978, encontró que la adición de este elemento al cultivo del frijol estimula el crecimiento, incrementa el peso seco de las raíces y de los nódulos.

Mengel, 1974 menciona que la importancia del potasio en el proceso de fijación simbiótica en el nitrógeno es debido a que interviene en el proceso enzimático, incrementa el contenido del nitrógeno fijado y la cantidad de carbohidratos sintetizados.

Se ha encontrado que la adición de nitrógeno químico reduce la nodulación y la fijación de nitrógeno atmosférico por medio de Rhizobium. Thornton 1936, atribuyo dos efectos a los nitratos; anula las secreciones radicales para la estimulación de Rhizobium, y afecta la elongación de los pelos radicales.

Dentro de la planta altos niveles de nitrógeno pueden causar la retención de carbohidratos en la raíz limitando la excreción y la formación de nódulos.

(Joachin 1978 y Tisdale 1977), citados por Carranza, 1984 señalan que la máxima fijación de nitrógeno por la bacteria en simbiosis con leguminosas, ocurre cuando existe un nivel mínimo de nitrógeno disponible en el suelo o bien con la

aplicación de pequeñas cantidades de nitrógeno inorgánico, debido a que es importante para el inicio de crecimiento de la planta en la primera etapa del desarrollo.

El contacto directo de las semillas con fertilizantes ó agentes químicos (pesticidas, fungicidas, etc.) ya sea para desinfectar las semillas ó para controlar plagas, influyen en la nodulación.

Como se mencionó anteriormente el Ph del suelo también influye en la buena nodulación y fijación biológica de nitrógeno, ya que influye directamente en la disponibilidad de algunos elementos químicos. Se ha encontrado que algunos tipos de Rhizobium a Ph inferior de 6.0 reducen su actividad o desaparecen rápidamente (Allen, 1974; Graham, 1977); la infección no ocurre por debajo de Ph igual a 5, en la mayoría de las leguminosas a excepción de Glycine max (soya) que nodula en medios altamente ácidos (Alexander 1980). Muchos investigadores hablan de diferentes valores de Ph para una buena nodulación, pero todos convergen en valores entre 5.5 y 7.5.

2.8.2 Factores Fisicos

La temperatura es un factor importante en la fijación de nitrógeno, así como en el proceso de nodulación, por lo que puede darse el caso de que la temperatura óptima para la nodulación sea diferente a la del proceso de fijación.

La nodulación se presenta en todas las temperaturas del suelo que tolera la planta, pero se reduce en los extremos más fríos y más calientes (Alexander, 1980). Los aumentos en la temperatura del suelo incrementan el crecimiento y favorecen la nodulación, pero a temperaturas menores se fija la mayor cantidad de nitrógeno en las plantas de P. vulgaris L. (fri--

jol rojo) (Janseen, 1972). En promedio la temperatura óptima del suelo para el proceso de nodulación y fijación de nitrógeno es de 30^o C. (Graham, 1977).

La duración del día y la intensidad de la luz son otros factores físicos que afectan el número y el peso de los nódulos, mientras que la intensidad de la luz elevada pero no excesiva aumenta el número de nódulos, la falta de la luz tiende a disminuir el peso de los nódulos. (Alexander, 1980).

Janseen 1972, observó que la fijación de nitrógeno durante el día fué el doble de la registrada durante la noche.

Los excesos de agua en el suelo muestran en los nódulos una marcada necrosis y degradación de los tejidos bacteriales. La fijación de nitrógeno se ve más afectada por las condiciones de excesos de agua que en condiciones de deficiencia de agua ó " stress ", siendo que el óptimo contenido de agua es cerca de la Capacidad de Campo, fuera de este límite la nodulación y la fijación de nitrógeno se ven alterados. (Carranza, 1984).

2.8.3 Factores Biológicos

Se puede mencionar dentro de estos factores el daño producido por: hongos, protozoarios, nemátodos, bacteriófagos, virus y la presencia de cepas de Rhizobium nativas, las cuales pueden causar pérdidas considerables y reducir la cantidad de nitrógeno fijado.

La competitividad caracterizada por la capacidad de competir con otras cepas y con las nativas del suelo es otro factor de importancia. Donde los rizobios nativos son numerosos y eficientes, la respuesta de la inoculación puede ser escasa ó

nula (Alexander, 1980).

Por otro lado Rhizobium puede morir por toxinas de semillas, puede ser digerido por enzimas ó inhibido por antibióti-
cos y bacteriosinas.

2.9 Trabajos Afines

A continuación se mencionan algunos resultados de investigaciones relacionadas con la asociación simbiótica entre Phaseolus vulgaris L. y Rhizobium phaseoli, realizados en México y el resto del mundo.

Aveldaño y Ferrara-Cerrato (1981), en experimentos -- realizados en las localidades de Chalco y Chapingo, Edo. de México para estudiar y relacionar el efecto de las cepas de R. phaseoli sobre los diferentes genotipos del frijol, probaron -- 8 cepas de la colección del Colegio de Postgraduados (CP) y una comercial (Nitragín), en las variedades de frijol (Canario, Bayomex, Ojo de cabra 400 y Negro de Puebla). Estos investigadores encontraron respuesta favorable a la inoculación solo en dos variedades de frijol con dos cepas de la colección del CP.

Nathal (1981), reporta en experimentos realizados en el Edo. de Nayarit, en condiciones de riego, para evaluar la -- acción de 10 cepas de Rhizobium phaseoli sobre tres variedades de frijol encontró que hay aumentos en el rendimiento por el -- efecto de inoculación en el orden de hasta 48.7 % en las diferentes variedades estudiadas, observó además una relación estrecha entre el contenido de nitrógeno y el rendimiento de grano.

Rodríguez y Ferrara (1982) en Chapingo, México, midie -- ron la variación de la población de Rhizobium phaseoli en el frijol (Phaseolus vulgaris L.), desde la germinación hasta el estado de plantula, para determinar la competencia entre -- las cepas nativas y las cepas inoculadas, mostrandose en los resultados un aumento en la supervivencia de R. phaseoli duran -- te la germinación, observandose a los 20 un efecto inhibitorio

sobre la población de la bacteria, a la que se considero como un efecto rizoférico negativo.

Lepiz (1968), en un experimento con 4 variedades de frijol e inoculados, no encontró respuesta a la inoculación con los inoculantes Pagador, Nitragin, Nadosit y lo atribuye a que en el terreno ya existían bacterias específicas de Rhizobium phaseoli además de suficiente nitrógeno disponible para la planta; por lo que no encontró respuesta además a la aplicación de N y P.

Westermann (1981) en Idaho, E.E.U.U., evaluó la contribución relativa de la fijación de nitrógeno estudiando el efecto de la fertilización nitrogenada, observando el rendimiento bajo condiciones de campo. La fijación simbiótica de nitrógeno entre P. vulgaris - R. phaseoli, contribuyó con 90 Kg de N/Ha., de los cuales 40-50 % del nitrógeno fué encontrado cerca de la madurez fisiológica en las plantas de frijol y observó que la fijación simbiótica decrecio en los suelos con nitrógeno disponible ó suelos fertilizados con nitrógeno.

Trujillo (1984) en la Universidad Federal de Rio Grande en Porto Alegre, Brasil, realizó cuatro experimentos para evaluar los incrementos en la fijación de nitrógeno por la inoculación de combinaciones de cepas de Rhizobium phaseoli en frijol - (P. vulgaris), encontrando que el uso de mezclas de cepas con diferente época de formación de nódulos y complementos en el período de fijación de nitrógeno, no resultaron en aumentos significativos de nodulación, fijación de nitrógeno y rendimiento de materia seca de frijol; sin embargo, si encontró diferencia en cuanto a la época de formación de nódulos y en el inicio de fijación de nitrógeno.

Cuautle (1979), con el objetivo de evaluar y conocer algunos factores que afectan la nodulación y la capacidad de fijación simbiótica con Rhizobium en frijol común en el Valle de México estableció dos experimentos de campo: uno de temporal y el otro de riego; observó que las cepas nativas de Rhizobium phaseoli son altamente inefectivas y competitivas.

Chávez (1975), realizó una investigación con los objetivos de determinar la eficiencia de los inoculantes y del Molycofix sobre la nodulación del frijol. Encontró que los inoculantes Pagador y Nitragin no ayudaron a mejorar en forma práctica al cultivo del frijol, ya que no aumentaron la nodulación ni el rendimiento en granos.

Montenegro (1957), en un experimento realizado en Apodaca, N.L., en un ensayo de fertilización en frijol (Canario-101) con elementos mayores y menores e inoculación con bacterias nitrificantes. Encontró que las bacterias nitrificantes aplicadas a la semilla resultaron no efectivas (ausencia de nodulos en las raíces cuya semilla fué inoculada). Las bacterias aplicadas fueron producto comercial conocido como Rizobín. El atribuye el resultado a la pobreza en Materia Orgánica del suelo, lo cuál contribuye a impedir el desarrollo de los microorganismos.

Luna (1967), en un experimento realizado en terrenos de Chapingo, México para observar las respuestas del frijol -- Bayomex a la inoculación con Rhizobium phaseoli, no encontró diferencia significativa en el rendimiento por el efecto del uso del inoculante.

III. MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

El presente trabajo se llevo a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el Municipio de Marín, N.L. durante el ciclo tardío de 1984.

Dicho campo está situado en el Km. 17 de la carretera - Zuazua-Marín, siendo sus coordenadas geográficas de $25^{\circ} 53'$ -- Latitud Norte y $100^{\circ} 03'$ Longitud Oeste en el meridiano de --- Greenwich, con una altura de 367.5 metros sobre el nivel del - mar.

Condiciones Edáficas y Climáticas del sitio experimental.

La temperatura promedio de la región es de 22.5°C. , y con una media anual máxima de 29.02°C. y una mínima de 15.96°C. La precipitación pluvial es de 400 - 500 mm. anuales. Estos promedios son datos obtenidos durante los seis años que -- cuenta de instalada la estación metereológica de la Facultad.

El clima predominante de la región es semiárido BS --- (h') hx' (e') de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (1973).

Los datos específicos de precipitación y temperatura durante el ciclo del cultivo se muestran en las tablas 3 y 4.

Características Agronómicas de la variedad
Canario 101.

- a).- El hábito de crecimiento es tipo mata (determinado).
- b).- El ciclo vegetativo es de 85 - 100 días.
- c).- Semilla grande de color amarillo suave.
- d).- Flor de color rosa.
- e).- Resistente al chahuixtle y a un gran número de razas de antracnosis. Es susceptible a bacteriosis y a la mancha redonda de la hoja (Septoria).
- f).- Tiene un rendimiento de 1,500 a 2,000 Kg/Ha., bajo riego ó un buen temporal. En condiciones de temporal de Zacatecas, Durango y Chihuahua produce de 500 a 700 Kg/Ha.
- g).- El método de obtención de ésta variedad fué por selección individual. Genealogía: Canario 101 - Mich 68.

Bajo riego ésta variedad se recomienda sembrar una densidad de 60 Kg/Ha., colocando 20 semillas por metro en surcos espaciados a 60 cm.

Es recomendable sembrar en húmedo depositando la semilla a 8 cm. de profundidad. Es necesario sembrar en terrenos bien preparados, especialmente bien nivelado, pues el estancamiento de agua en las partes bajas " ahoga " las plantas ó se tornan cloróticas.

Es necesario mantener el cultivo libre de malezas para evitar la competencia por nutrientes, luz y humedad. Los deshierbes pueden hacerse manualmente, mecánica o químicamente. El uso de Dinito preemergente aplicado 3 ó 4 días después de la siembra a razón de 4 litros por hectárea, protege al cultivo durante los primeros 20 días.

La cosecha debe de realizarse cuando la planta no se ha secado completamente, ya que si se cosecha cuando esto ocurre se tienen pérdidas de grano por desgranos en el campo ó bien por daños mecánicos durante la trilla.

La humedad más conveniente del grano al momento de encostalar es de 12 % aproximadamente, y así se evitan el crecimiento y proliferación de hongos.

Tabla # 2. Determinación de las propiedades promedio físicas y químicas del suelo del sitio experimental.

DETERMINACION	PROFUNDIDAD EN CMS.		CLASIFICACION AGRONOMICA
	0 - 30	30 - 60	
PH	8.6	8.2	Moderadamente Alcalino.
Textura:			
Arena %	18.45	10.78	
Limo %	28.77	33.12	Arcilloso.
Arcilla %	52.78	56.10	
Materia Orgánica %	1.1	1.2	Pobre.
Nitrógeno Total	0.134	0.127	Medianamente Pobre.

Descripción del diseño experimental y tratamientos.

El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con seis tratamientos en cuatro repeticiones, con lo cuál se generaron 24 unidades experimentales.

Cada una de estas unidades experimentales estaba integrada por 7 surcos de 6 metros de largo y con una distancia -- entre ellos de 85 cm., como parcela útil se tomaron los 3 surcos centrales eliminando un metro en las cabeceras. De ésta parcela útil se tomaron (muestrearon) solo 15 plantas, estas fueron tomadas al azar.

El modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Es la variable bajo estudio.
 μ = Es la medida verdadera general.
 τ_i = Es el efecto verdadero del i-ésimo tratamiento.
 β_j = Es el efecto verdadero del j-ésimo bloque.
 ϵ_{ij} = Es el error aleatorio asociado a la ij-ésima U. E., surgen por efecto conjunto de todos los factores no controlados por el diseño y que causan heterogenidad en las observaciones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

TRATAMIENTO

CEPA

1
2

FM - 178
FAHQL - 8

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>CEPA</u>
3	FM - 171
4	425 FM - 172
5	Nitragín
6	Testigo

Nota: Las primeras cuatro cepas fueron obtenidas de Fertimex en la Cd. de México.

El Nitragín fué obtenido comercialmente.

Preparación del terreno.

La preparación del terreno se inicio el 26 de Julio de 1984, realizando primeramente un paso de barbecho a una profundidad de 25 - 30 cm. También se dieron dos pasos de ras-- tra, esto es con el fin de que el terreno quedara bien mulli-- do y facilitara el nacimiento uniforme de la semilla, favore-- ciendo su desarrollo radicular, además de exponer a la intem-- perie huevecillos y larvas del suelo.

Se procedió a delimitar el experimento y realizar el surcado posteriormente con la ayuda del tractor. No hubo ne-- cesidad de nivelar el terreno ya que este se encontraba bien nivelado.

Inoculación

La inoculación de la semilla se realizó el mismo día de la siembra, llevandose a cabo ésta práctica en el laboratorio de suelos de la misma Facultad, esto con la finalidad de pro-- teger la bacteria de que no fuera dañada por los rayos sola-- res ya que le resta viabilidad.

El método de inoculación utilizado en este trabajo fué el de " imbibición ". La dosis de inoculación utilizada fué - de 1 gramo de cepa por cada 1 litro de agua para 1.2 Kg. de se- milla de frijol, además se agregaba goma arabiga que servía de adherente de la bacteria a la semilla.

A continuación se mencionan algunas recomendaciones que se deben de tomar en cuenta para obtener ó realizar una inocu- lación eficiente:

- a).- Debe ser específico para el cultivo.
- b).- Debe usarse de acuerdo con la región recomendada ó donde experimentalmente ha demostrado su efectividad.
- c).- Deben usarse 115 a 250 gr. de producto por cada 100 Kg. - de semilla. Esto depende del número de bacterias por cm^3 por lo que se aconseja ajustarse a las indicaciones del - fabricante.
- d).- Debe de inocularse según las indicaciones del envase.
- e).- Nunca deben de inocularse más semillas de la que se puede sembrar en un día.
- f).- La semilla inoculada ó el inoculante no deben de exponer- se al sol.
- g).- No debe usarse después de la fecha de caducidad si se ha vencido.
- h).- El producto, debe de transportarse y almacenarse en condi- ciones de baja humedad y temperatura antes de usarse.
- i).- Las bolsas, envases ó recipientes en donde venga el pro- ducto no deben estar rotos o deteriorados. Robles, 1981.

Siembra

La siembra se realizó el día 14 de Agosto de 1984, depo- sitando dos ó tres semillas por punto cada 5 cm. en la costi-

lla del surco. Posteriormente una vez que la semilla germino se dió un aclareo con el fin de dejar una distancia entre plantas - de 10 cm.

La siembra se realizó en " tierra venida ", dicha práctica se llevo a cabo en forma manual y con ayuda de azadones ó con mangos de azadón con punta, utilizandolos como " coas ". Se utilizó una densidad de siembra de 7.2 Kg. para este experimento - ya que se recomienda una densidad de 60 Kg/Ha.

Labores de Cultivo

Se procedió a dar un primer deshierbe manual y con azadón el día 3 de Septiembre de 1984, a los 18 días después de haberse realizado la siembra, eliminando todo tipo de malezas, en este caso zacates, quelites y correhuelas. Se realizó un aporque al cultivo con la ayuda del tractor el día 11 de Septiembre, esta práctica es de gran importancia ya que proporciona una mejor aereación en el suelo y facilita el buen desarrollo radicular del cultivo.

Posteriormente se realizaron otros deshierbes manuales, -- siendo el día 10 de Octubre el segundo, el tercero y ultimo deshierbe se realizó el 28 de Octubre de 1984.

Riegos

Se dió un riego de presiembra (riego de asiento), 8 -- días antes de realizar la siembra, con la finalidad de que el suelo presentara la suficiente humedad y no existiera un desequilibrio osmótico entre el suelo y la semilla previamente humedecida durante la inoculación, a la hora de la siembra.

Para contrarrestar el efecto de la costra se procedió a dar un riego ligero el día 21 de Agosto, permitiendo así un buen porcentaje de germinación de la semilla.

Durante el ciclo del cultivo se presentaron precipitaciones pluviales los primeros días de Septiembre, por lo que se alargó la aplicación del segundo riego de auxilio que se aplicó el día 24 de Septiembre, y el tercer riego de auxilio se realizó el día 15 de Octubre.

Cosecha

La cosecha se llevo a cabo el día 18 de Noviembre de 1984, realizandose de la siguiente manera; de la parcela útil de cada unidad experimental se tomaron 15 plantas al azar y depositandolas en bolsas de papel previamente identificadas correctamente con el número de tratamiento y el número de bloque ó repetición.

Posteriormente se llevaron al cuarto de secado dichas bolsas durante 72 horas con el fin de obtener una uniformidad en el contenido de humedad (12 %).

De estas plantas cosechadas se midieron las siguientes características:

- Peso de la planta (gr.).
- Número de vainas por planta.
- Número de granos por vaina.
- Peso del grano (gr.).
- Peso de la vaina (gr.).
- Nitrógeno de la parte aérea.

Para determinar los parámetros (1 al 5) anteriores se utilizó una báscula granatoria. Para el cálculo del nitrógeno en la parte aérea de la planta se utilizó el criterio de Ortiz (1975), donde dice que la materia seca ó M. O. humificada en los suelos contiene en promedio 5 % del N. total y un 58 % de Carbono, de donde resulta el cociente C/N. = 11.6 : 1 y la relación C/M.O. = 1 : 1.724. De igual manera la relación M. O./N es de 11.16 por 1.724 : 1 ó alrededor de 20 : 1. Esta última cifra es de considerable valor para hacer cálculos aproximados con relación a estos dos constituyentes.

Deberá tenerse presente sin embargo, que el factor --
 $N \times 20 = M.O.$ dá cifras más precisas.

Entonces despejando tenemos que:

$$N \times 20 = M.O.$$

$$N = \frac{M.O.}{20}$$

Donde:

N = Nitrógeno total (gramos ó %)

M.O. = Materia Orgánica (gramos ó %)

20 = Es una constante que proviene de la relación

20 : 1 y que se deriva del 5 % de N que tienen en promedio las plantas.

Además se ha estimado que el N fijado por Rhizobium es de 66 % (.66).

IV. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivos

Los objetivos de la presente investigación son los siguientes:

- Evaluación de las unicepas con respecto a los Fertilizantes biológicos comerciales (multicepas) en base al rendimiento.
- Evaluar el nitrógeno total acumulado y el nitrógeno disponible para el siguiente ciclo agrícola.

Estos objetivos se pretenden desarrollar bajo condiciones de campo en el área del municipio de Marín, N.L.

Hipótesis

De acuerdo a los objetivos, la hipótesis de la investigación es la siguiente:

- Existe diferencia entre las cepas de Rhizobium phaseoli para frijol en cuanto al rendimiento en grano, peso de planta número de vainas, peso de las vainas con grano, número de granos por vaina y contenido de porcentaje de nitrógeno en la parte aérea de la planta.

V. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo para cada una de las variables analizadas -- con sus cuadros de concentración de datos y análisis de varianza.

Rendimiento en grano

En cuanto a ésta característica agronómica, el tratamiento con el mayor rendimiento en grano fué el número 5 y pertenece a el Fertilizante biológico comercial Nitragín con un total de 1129.04 Kg/Ha. El tratamiento que obtuvo el menor rendimiento fué el número 2 y pertenece a la cepa FAHQL - 8 con un total de 720.5 Kg/Ha. (Cuadro 1).

El análisis de varianza que se realizó (Cuadro 2), reporto que los tratamientos no presentaron diferencia significativa.

Peso de la planta

Refiriendose a ésta variable, el tratamiento más sobresaliente fué el número 1 que corresponde a la cepa FM - 178, con un peso de 78.88 gr/60 plantas muestreadas. El que obtuvo el menor peso fué el tratamiento número 2 que se le asigno a la cepa FAHQL - 8 con un peso de 57. 58 gr/60 plantas. (Cuadro 3).

El análisis de varianza que se realizó (Cuadro 4), reporto que los tratamientos no presentaron diferencia significativa.

Número de vainas

De acuerdo a esta característica agronómica encontramos que el tratamiento más sobresaliente en cuanto al número de -- vainas fué el número 1 y que corresponde a la cepa FM - 178 con un total de 10.51 vainas por planta, siendo el tratamiento número 2 el que mostró el menor número de vainas por planta y que pertenece a la cepa FAHQL - 8 con un total de 8.57 - - - - (Cuadro 5).

El análisis de varianza que se registro (Cuadro 6) -- los tratamientos no presentan diferencia significativa.

Peso de la vaina con grano

Por lo que respecta a esta variable encontramos que el tratamiento más sobresaliente fué el número 5 que corresponde a el fertilizante biológico comercial Nitragin con un peso de 12.69 gr/vaina. La cepa FAHQL - 8 que pertenece al tratamiento número 2 reportó el peso más bajo con un total de 9.94 gr/-vaina. (Cuadro 7).

El análisis de varianza que se realizó (Cuadro 8) reportó que los tratamientos no presentaron diferencia significativa.

Número de granos por vaina

Refiriendose a ésta característica agronómica, el tratamiento más sobresaliente fué el número 1 que pertenece a la cepa FM - 178 con un total de 2.63 granos/vaina, y siendo el tratamiento número 2 el que reportó el menor número de granos por vaina con un total de 2.36 granos/vaina que se le asigno a la cepa FAHQL - 8. (Cuadro 9).

El análisis de varianza que se realizó (Cuadro 10) reporta que los tratamientos no presentaron diferencia significativa.

Porcentaje de Nitrógeno

Por lo que respecta a ésta característica agronómica, - el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de nitrógeno fué el número 1 que pertenece a la cepa FM - 178 con un total de - 6.8806 %. El tratamiento con menor porcentaje de nitrógeno -- fué el número 3 que se le asigno a la cepa FM - 171 con un total de 4.207 % de nitrógeno. (Cuadro 11).

El análisis de varianza que se realizó (Cuadro 12) reporta que los tratamientos no presentaron diferencia significativa.

VI. DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se puede observar que el tratamiento más sobresaliente en cuanto al Rendimiento en grano y peso de la vaina (representados en los Cuadros 1 y 7 respectivamente), pertenecen al número 5 representado por el Fertilizante biológico comercial Nitragín; siendo el tratamiento número 2 que pertenece a la cepa FAHQL - 8 el que reportó los valores más bajos para los parámetros ya mencionados.

Aunque dichos valores no representaron diferencia significativa, esto puede atribuirse a que existió una tendencia -- hacia una falta de adaptación entre la bacteria y la variedad en algunas de las cepas que rindieron menos que el Testigo, pero como esta tendencia no es estadísticamente significativa, -- por lo tanto, se puede atribuir en un sentido estricto a variaciones aleatorias (no controladas) en dichos resultados, produciéndose una competencia por infección entre las cepas estudiadas y las cepas nativas.

La formación de los nódulos no se observó en gran medida debido a la acción mecánica del tipo de suelo arcilloso característico de Marín, N. L., que provoca que exista poco espacio poroso y por consiguiente una menor aereación, además de -- una mayor cohesividad que impide el desarrollo del nódulo. Además de que estos suelos presentan en forma no asimilable el Hierro debido al Ph, que es muy importante en la producción de la Leghemoglobina presente en los nódulos y por lo tanto una -- deficiente fijación de nitrógeno atmosférico.

Por lo que respecta a Peso de la planta, número de vainas por planta (Cuadros 3, 5 y 9 respectivamente) podemos observar que el tratamiento que reportó los mayores resultados --

corresponde al número 1 que pertenece a la cepa FM - 178, siendo el tratamiento número 2 que corresponde a la cepa FAHQL -8 el que reportó los valores más bajos; sin embargo, estos resultados no presentaron diferencia significativa, por lo cuál se presume lo expuesto en los anteriores parámetros. Además de que las cepas (unicepas) evaluadas fueron enviadas por Fertimex desde la Cd. de México donde existen condiciones ambientales muy diferentes a las de la localidad de evaluación de este trabajo. Como por ejemplo, la temperatura puede ser un factor determinante, ya que a temperaturas superiores a 30°C. reducen el inicio de la formación y eficiencia de los nódulos, inclusive no hay formación de los mismos, y como en este trabajo se presentaron temperaturas superiores a los 30°C., esto puede tomarse como una razón más de que no existiera respuesta en los parámetros mencionados.

Debido a que la capacidad de fijación de nitrógeno está dada por una característica intrínseca de la bacteria (cualitativa) y es evaluada en forma indirecta por la planta en base al rendimiento (cuantitativa), no pudo ser evaluada por nuestro análisis estadístico. Por lo que se requiere de un análisis económico y de otros factores colaterales concomitantes al uso de otro tipo de fertilización no biológica (química).

VII. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el presente trabajo y considerando los objetivos é hipótesis planteados, se formularon las siguientes conclusiones:

Con respecto a la evaluación de las unicepas y el Fertilizante biológico comercial, en base al rendimiento concluimos que de acuerdo al análisis de varianza, el cuál nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

Desde el punto de vista biológico los tratamientos inoculados pudieran ser recomendados, previo a un análisis económico.

Para el nitrógeno total acumulado y el nitrógeno disponible para el siguiente ciclo, tenemos que el análisis de varianza nos reporta que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, concluyendose que la superioridad mostrada por el tratamiento número 1, que corresponde a la cepa FM - 178, no es debida al efecto de tratamientos, sino que ésta se debe a cuestiones aleatorias fuera de nuestro alcance, por lo tanto todos los tratamientos son iguales.

VIII. RECOMENDACIONES

- 1).- Probar un mayor número de cepas a partir de las ya evaluadas en un número mayor de variedades para buscar la de mayor adaptación, tanto en infectividad como efectividad.
- 2).- Obtener mediante muestreo de suelos bacterias nativas-- para probar su capacidad de infección y efectividad en la nodulación.
- 3).- Realizar este mismo experimento durante varios años en los dos ciclos agrícolas (temprano y tardío), y observar el efecto diferencial al cambiar el factor ambiental.
- 4).- Probar otras metodologías de inoculación diferentes, para observar cual es la más adecuada.

IX. RESUMEN

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de campo en la Estación Experimental Agropecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León ubicada en el Municipio de Marín, N.L., en el ciclo tardío del año de -- 1984 bajo condiciones de riego.

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- Evaluación de las unicepas con respecto a los Fertilizantes biológicos comerciales (multicepa) en base al rendimiento.
- Evaluar el nitrógeno total acumulado y el nitrógeno disponible para el siguiente ciclo agrícola.

Conforme a los objetivos planteados la hipótesis formulada es la siguiente:

- Existe diferencia entre las cepas de Rhizobium phaseoli para frijol en cuanto al rendimiento en grano, peso de planta número de vainas, peso de las vainas con grano, número de granos por vaina y contenido de porcentaje de nitrógeno en la parte aérea de la planta.

Las variables estudiadas fueron las siguientes:

- 1.- Peso de los granos " Rendimiento " (gr).
- 2.- Peso de la vaina (gr).
- 3.- Número de vainas por planta.
- 4.- Peso de la planta (gr).
- 5.- Número de granos por vaina.
- 6.- Nitrógeno de la parte aérea.

El diseño experimental empleado fué un " Bloques Completos al Azár ", con 6 tratamientos en 4 repeticiones.

El material utilizado fué:

1.- Cinco diferentes cepas del género Rhizobium.

Tratamiento	Cepa
1	FM - 178
2	FAHQL - 8
3	FM - 171
4	425 FM-172
5	Nitragín
6	Testigo

2.- Frijol, variedad Canario 101.

3.- Aperos de labranza necesarios.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento se observo que no hubo diferencia significativa en ninguna de las variables bajo estudio. La falta de significancia en los análisis estadísticos para rendimiento, puede ser debido a que existió una falta de adaptabilidad entre la bacteria y la variedad, atribuyendose en un sentido estricto a variaciones aleatorias (no controladas) en dichos resultados, produciendo se una competencia por infección entre las cepas estudiadas y las nativas.

Además de que dichas cepas no se adaptaron al ambiente que prospera en la localidad.

X. B I B L I O G R A F I A

- 1.- Alcantar G., E.G. 1978. Estudio del efecto de diferentes dosis de nitrógeno en dos fuentes, sobre los procesos de nodulación, fijación de N₂ y rendimiento en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Chapingo, México.
- 2.- Alexander, M. 1980. Introducción a la Microbiología del Suelo. Ed. Agt. Editor, S.A. México.
- 3.- Andrew, C. S. 1978. Legumes and acid soil. Limitations and protentails for biological nitrogen fixation in the tropics. Basic life Science.
- 4.- Bain, Graham, Valder y Whitie. 1971. Biología de los microorganismos. Ed. Aedos - Barcelona.
- 5.- Black, K.A. 1952. Relaciones suelo - planta. Tomo 11 Ed Hemisfério Sur. Argentina.
- 6.- Bressani, R. 1965. Maíz, Frijol y Arroz su valor nutritivo y formas de mejorarlos. XI. Reunión anual del programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios.
- 7.- Bressani, R. 1967. Efecto de la fertilización sobre el contenido de proteína y valor nutritivo del frijol. XXI. Reunión anual del programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios. Costa Rica.
- 8.- Bueno J, J.E. 1981. Efecto de tres inoculantes y sus interacciones con niveles de nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento y contenido de proteína en soya. (Glycine max L.). Tesis de --

M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

- 9.- Burges, A. 1960. Introducción a la Microbiología del Suelo. Ed. Acribia, España.
- 10.- Burrows, W. 1974. Tratado de Microbiología. Ed. Interamericana. México.
- 11.- Carranza G. J. E. 1984. Inoculación de 17 cepas de Rhizobium phaseoli en tres variedades de frijol -- (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Facultad de Agronomía U.A.N.L. México.
- 12.- Cochran, W. G. y Cox, G. M. 1965. Diseños Experimentales. Ed. Trillas. México.
- 13.- Cuautle, F. M. E. 1979. Efecto de la fertilización, fumigación de suelo e inoculación con Rhizobium, sobre la nodulación, contenido de nitrógeno y rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris -- L.) en Chapingo, México. Tesis de M.C., Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 14.- Chávez S.A. 1975. Efecto de la fertilización con N, P, - Mo, Co, Fe y del manejo de dos cepas de inoculantes (Rhizobium phaseoli) sobre la nodulación, acumulación de N y rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis. Chapingo, México.
- 15.- Chonay P., J. J. 1977. Relación de nitrógeno aplicado al suelo y la variación del contenido de proteína en el grano de frijol. Universidad de -- San Carlos, Guatemala.

- 16.- Chonay P., J. J. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por Rhizobium phaseoli en frijol. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- 17.- Date R.A. 1976. Especificidad en la simbiosis Rhizobium-leguminosa. VIII Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium. Ed. PH. Graham y J. Halliday. CIAT.
- 18.- Dawson, C.R. 1970. Potencial for increasing protein production by legume inoculation. Plant and Soil.
- 19.- DeLey, J. and Rassel, A. 1965. DNA base composition, flagellation and taxonomy of the genus Rhizobium J. Gen. Microbiol.
- 20.- Devlin, M.R. 1980. Fisiología Vegetal. Ed. Omega. Barcelona.
- 21.- Engleman, E.M. 1979. Contribución al conocimiento del frijol (Phaseolus) en México. C.P. Chapingo, México.
- 22.- Epstein, E. 1972. Mineral nutrition of Plants: Principle and prespectives. Ed. Wiley.
- 23.- Frobisher, M. y Fuentes, R. 1976. Microbiología. 13^a Ed. Ed. Interamericana.
- 24.- Fuentes T. M. 1981. Respuesta a la inoculación y los componentes de rendimiento en tres genotipos de frijol. (Phaseolus vulgaris L.) Tesis. Chapingo, México.

- 25.- Guerra G., J.A. y García S., J.M. 1985. Prueba comparativa de 4 fertilizantes químicos nitrogenados y 1 cepa específica de Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Marín, - N.L.
- 26.- Graham, S. P. 1977. Sistemas de producción de frijol. -- CIAT. Prog. de frijol.
- 27.- Gukova, M.M. 1945. The effect of soil temperature on Nitrogen fixation by nodule bacteria. Soil -- and Fert. 9.
- 28.- Guerrero L., M.F. 1963. Nodulación y simbiosis entre Rhizobium p. y algunas leguminosas. Tesis -- M.C. C.P. Chapingo, México.
- 29.- Informe técnico del CIAT. 1981. Evaluación y mejoramiento de practicas agronomicas. Fijación de nitrógeno por Rhizobium phaseoli.
- 30.- Kremer R.J. y Peterson, H.L. 1983. Field evaluation of selected Rhizobium in a improved legume inoculant. Agronomy Journal, 75 (1) 1983.
- 31.- Lepiz I.R. 1968. Respuesta de cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) a la inoculación. Tesis. Chapingo, México.
- 32.- Lopez A., E. y Ferrera C. R. 1982. Evaluación de cepas + de Rhizobium phaseoli por su efecto en la nodulación del grano y economía del N en el -- cultivo del frijol. Phaseolus vulgaris L. Chapingo, México.
- 33.- Luna F., M. 1967. Respuesta al frijol Bayomex a la inoculación con Rhizobium phaseoli (Daugerard),

Chapingo, México.

- 34.- Martin, A. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT. Editor. S.A.
- 35.- Mateo, B.J. Ma. 1961. Leguminosas de grano. Primera Ed. Editorial Salvat, S.A. Barcelona, España.
- 36.- Mejía, D.C. 1982. Inoculación con Rhizobium y su efecto en los componentes del rendimiento en 2 especies de Phaseolus. Tesis. Chapingo, México.
- 37.- Miranda, C.S. 1966. Identificación de las especies Mexicanas y cultivos del género Phaseolus. Serie de investigación # 8, Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México.
- 38.- Miranda, C.S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. (Frijol común). Agrociencia, Colegio de Postgraduados. ENA, Chapingo, México.
- 39.- Moustafa, E., Boland, M. and Greenwood, RM. 1971. Trasporte of phosphate from leaves to leguminous root nodules. Plant and soil.
- 40.- Nutman, P.S. 1958. Nutrition of the legumes (E.G. Halls worth, ed.), Betterworths, London.
- 41.- Nelson y Fisdale. 1982. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Ed. UTEHA. México.
- 42.- Neri, F.; Andrade, Lie; Vesaga, A.B. y Muñoz, D. 1981. Evaluación de siete cepas de Rhizobium phaseoli sobre la variedad de frijol Canario 107 en el Edo. de Tlaxcala, México. México, D.F.
- 43.- Ortiz V.B. 1975. Edafología 2^a Ed. ENA, Chapingo, México.
- 44.- Pelczar Jr. M.J. y Reid, R.D. 1966. Microbiología. Ed. -

Mc. Graw - Hill.

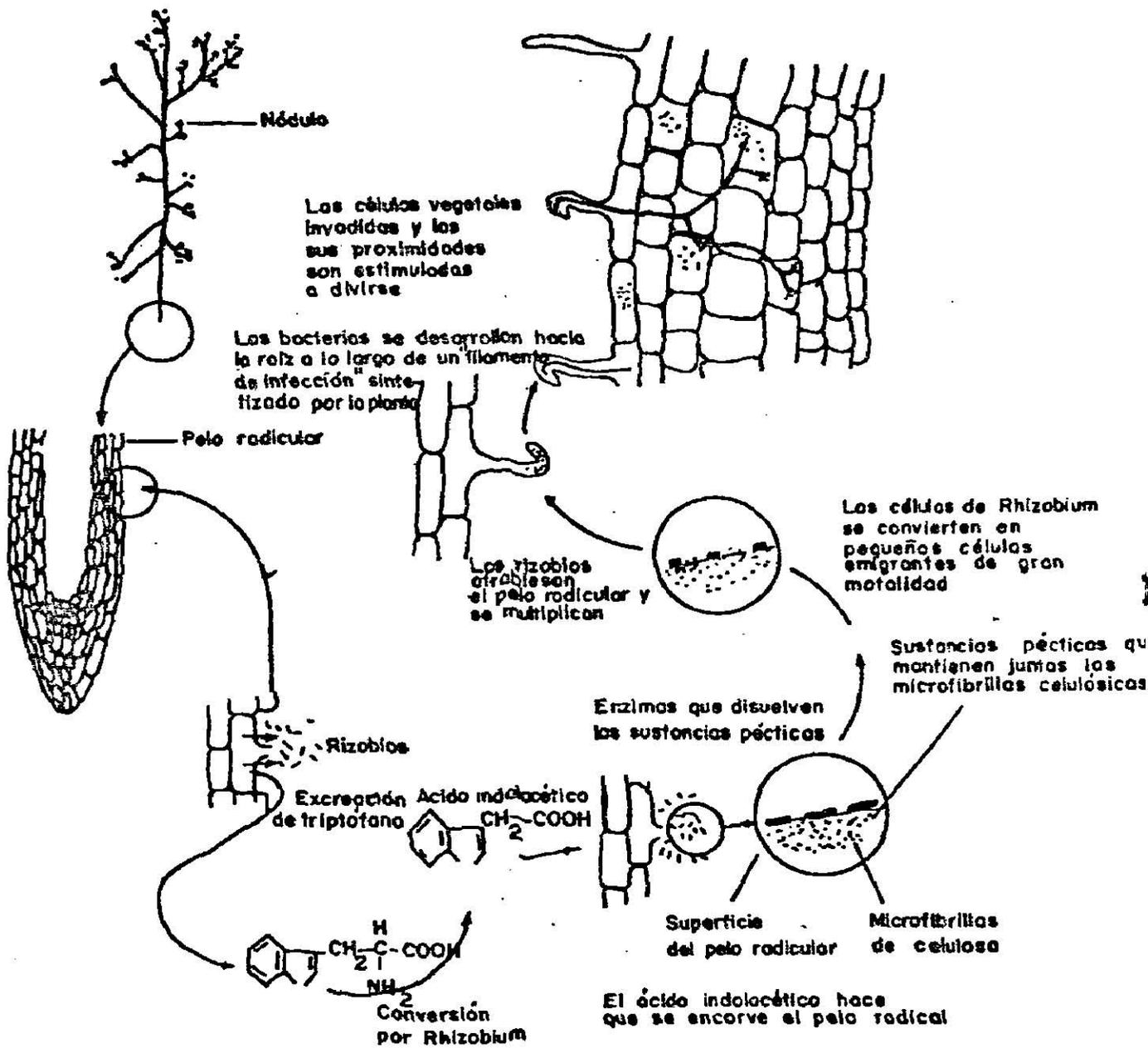
- 45.- Perez T., H. 1980. Algunos aspectos biológicos de la asociación simbiótica de Phaseolus vulgaris L.-
Rhizobium phaseoli. Tesis M.C. C.P. Chapingo,
México.
- 46.- Parsons, D.B. 1981. Frijol y Chicharo Mexicano. Ed. Trillas.
- 47.- Robles, S.R. 1981. Producción de granos y forrajes. - - -
Ed. Limusa.
- 48.- Rovira, A.D. 1962. Plant root exudates in relation to --
the rhizosphere microflora. Soil and fert.
- 49.- Rodriguez M., M.N. y Ferrara C.R. 1982. Sobrevivencia de
Rhizobium phaseoli sobre la semilla de fri--
jol desde el proceso de germinación hasta --
plantula. Chapingo, México.
- 50.- Romero V.L. y Elizondo T.E. 1985. Evaluacion de 5 cepas
de Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus
vulgaris L.) en Marín, N.L. Tesis profesio
nal. Facultad de Agronomía, U.A.N.L. México.
- 51.- Schiel, E. 1981. Metodos y técnicas empleadas en el equi
po de Rhizobiología del INTA. Argentina.
- 52.- Salle, A.J. 1965. Bacteriología 2^a Ed. Edit. Gustavo --
Gil. Barcelona, España.
- 53.- S.A.R.H. 1981. Guía para siembras de tardío en el norte --
de Tamaulipas. Guía Técnica # 1.
- 54.- Trujillo G., G. 1984. Efect. of multi - strain inoculant
of Rhizobium phaseoli on nitrogen fixation -
by Phaseolus vulgaris L. Tesis M.C.

Porto Alegre, Brasil.

- 55.- Vincent, J.M.1975. Manual práctico de rizobiología. --
Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

XI. APENDICE

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



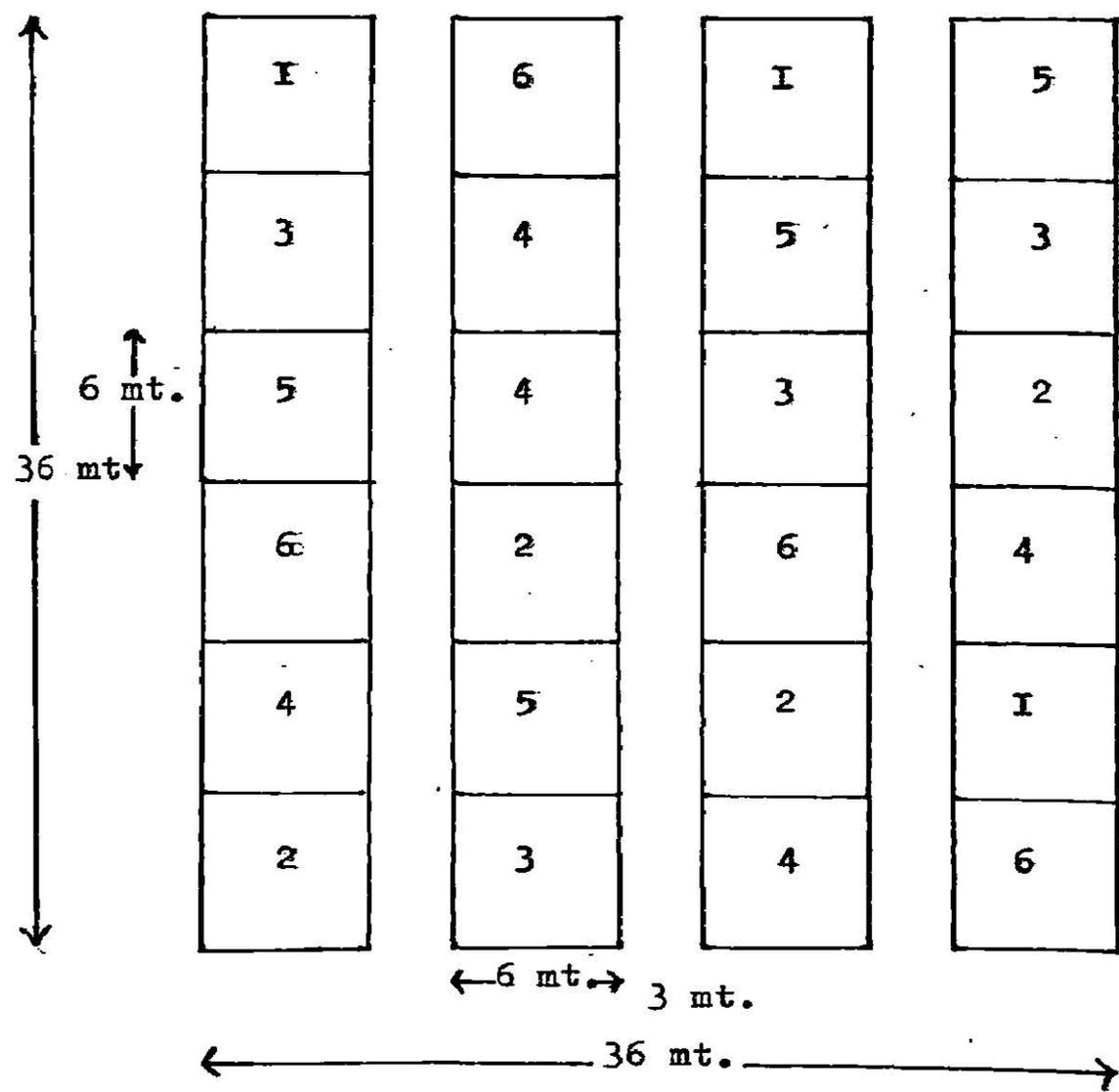
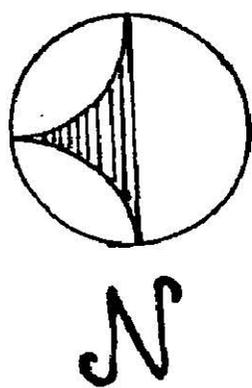


Figura 3.- Distribución al azar de los tratamientos en el campo. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío de 1984.

Cuadro 1.- Concentración de datos para rendimiento en grano --
(Kg./ Ha.). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium
phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				X gr./p.	Kg/Ha
	I	II	III	IV		
1.- FM - 178	10.09	8.9	13.77	7.41	10.04	1104.4
2.- FAHQL - 8	5.55	7.41	5.84	7.38	6.54	720.5
3.- FM - 171	11.56	5.7	6.74	7.25	7.81	859.1
4.- 425 FM-172	11.45	7.05	7.25	7.82	8.39	922.9
5.- Nitragín	19.45	9.3	5.04	7.26	10.26	1129.4
6.- Testigo	15.97	7.14	9.6	5.93	9.66	1062.6

8.78

Cuadro 2.- Análisis de varianza para rendimiento en grano --
(Kg./ Ha.). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium
phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	0.05	0.01
Media	1	1853.811				
Trat's	5	40.51771	8.103	0.88 n.s.	2.90	4.56
Bloques	3	103.54764	34.515	3.75 +	3.29	5.42
Error	15	137.82051	9.188			
Total	24	2135.6969				

+ Significativo.

++ Altamente significativo.

n.s No significativo.

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

$$= 34.52 \%$$

Cuadro 3.- Concentración de datos para peso de plantas - - -
(gr./ 60 plantas). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				X gr./ p.
	I	II	III	IV	
1.- FM - 178	22.90	24.10	15.91	16.69	19.90
2.- FAHQL - 8	15.29	14.85	12.36	15.08	12.39
3.- FM - 171	25.11	13.86	13.28	14.63	16.72
4.- 425 FM-172	25.20	15.20	14.20	16.25	17.71
5.- Nitragín	26.31	19.02	12.1	14.22	17.91
6.- Testigo	25.53	14.97	20.2	12.5	18.30

17.48

Cuadro 4.- Análisis de varianza para peso de plantas (gr./60 plantas.). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	0.05-0.01
Media	1	7345.4507			
Trat's	5	86.498795	17.299	1.95n.s	2.90-4.56
Bloques	3	298.30627	99.435	11.24 ++	3.29-5.42
Error	15	132.66904	8.844		
Total	24	7862.9248			

+ Significativo

++ Altamente significativo.

n.s No significativo.

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

X

$$= 17.01 \%$$

Cuadro 5.- Concentración de datos para el número de vainas - por planta. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				X # de vainas
	I	II	III	IV	
1.- FM - 178	13.71	10.35	9.85	8.14	10.51
2.- FAHQL - 8	8.85	9.42	7.5	8.5	8.57
3.- FM - 171	14.0	7.78	7.5	7.28	9.14
4.- 425 FM-172	14.35	7.64	9.0	7.85	9.71
5.- Nitragín	14.35	10.71	6.5	8.21	9.94
6.- Testigo	12.14	9.0	11.28	7.07	9.87

9.62

Cuadro 6.- Análisis de varianza para el número de vainas por planta.. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	0.05	0.01
Media	1	2224.4724				
Trat's	5	15.29139	3.085	0.201 n.s	2.90	4.56
Bloques	3	91.105899	30.368	1.99 n.s	3.29	5.42
Error	15	277.78881	15.185			
Total	24	2558.6585				

+ Significativo

++ Altamente significativo

n.s No significativo

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

$$= 44.32 \%$$

Cuadro 7.- Concentración de datos para peso de vainas con grano (gr/ vaina con grano). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				gr./ \bar{X} vaina con grano.
	I	II	III	IV	
1.- FM - 178	15.25	12.84	10.77	10.69	12.38
2.- FAHQL - 8	8.29	11.47	9.01	10.98	9.93
3.- FM - 171	17.40	8.55	8.81	10.44	11.30
4.- 425 FM-172	19.65	9.9	9.81	11.33	12.66
5.- Nitragín	19.70	13.22	7.32	10.56	12.7
6.- Testigo	14.22	10.39	13.65	8.61	11.72

11.786

Cuadro 8.- Análisis de varianza para peso de vainas con grano (gr/ vaina con grano). Evaluación de 5 cepas - de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	0.05-0.01
Media	1	3334.613			
Trat's	5	50.482726	10.096	1.78 n.s	2.90-4.56
Bloques	3	129.60532	43.201	7.62 ++	3.29-5.42
Error	15	85.019128	5.667		
Total	24	3599.7202			

+ Significativo.

++ Altamente significativo.

n.s No significativo.

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

$$= 20.198 \%$$

Cuadro 9.- Concentración de datos para número de granos por vaina. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				\bar{X}
	I	II	III	IV	
1.- FM - 178	2.33	2.51	2.63	2.90	2.59
2.- FAHQL - 8	2.18	2.21	2.39	2.67	2.36
3.- FM - 171	2.57	2.27	2.46	2.50	2.44
4.- 425 FM-172	2.72	2.21	2.14	2.76	2.46
5.- Nitragín	2.81	2.69	2.27	2.39	2.54
6.- Testigo	2.45	2.34	2.50	2.54	2.46

2.477

Cuadro 10.- Análisis de varianza para número de granos por vaina. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

F.V.	G.l	S.C.	C.M.	F calc.	0.05	0.01
Media	1	147.7237				
Trat's	5	0.2505145	0.0501029	1.39 n.s	2.90	4.56
Bloques	3	0.2457891	0.0819297	2.28 n.s	3.29	5.42
Error	15	0.5379344	0.0358623			
Total	24	148.75794				

* Significativo

++ Altamente significativo

n.s No significativo

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

$$= 7.645 \%$$

Quadro 11.- Concentración de datos para el % de nitrógeno.
Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				X % de nitrógeno
	I	II	III	IV	
1.- FM - 178	0.8349	0.6600	0.4752	0.7524	0.6806
2.- FAHQL - 8	0.3399	0.5544	0.6501	0.5544	0.5247
3.- FM - 171	0.7128	0.3168	0.3201	0.3333	0.4207
4.- 425 FM-172	0.5445	0.3366	0.3795	0.7062	0.4917
5.- Nitragín	0.858	0.6996	0.3135	0.3267	0.5494
6.- Testigo	0.8349	0.4224	0.7194	0.5412	0.6294

0.5494

Quadro 12.- Análisis de varianza para el % de nitrógeno.
Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F cal	0.05	0.01
Media	1	7.6498783				
Trat's	5	0.3119422	0.0623884	2.75 n.s	2.90	4.56
Bloques	3	0.1426209	0.0475403	2.09 n.s	3.29	5.42
Error	15	0.340209	0.0226806			
Total	24	8.4446505				

+ Significativo

++ Altamente significativo

n.s No significativo

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

$$= 27.16 \%$$

DETERMINACION DEL NITROGENO DE LA PLANTA

peso de planta	x	N. de la parte aerea %.	=	N. de la planta
1.- 25.3 gr	x	0.8349	=	21.1229 mg.
2.- 10.3 gr	x	0.3399	=	3.5009 mg.
3.- 21.6 gr	x	0.7128	=	15.3964 mg.
4.- 16.5 gr	x	0.5445	=	8.9842 mg.
5.- 26.0 gr	x	0.8580	=	22.3080 mg.
6.- 25.3 gr	x	0.8349	=	21.1229 mg.
7.- 20.0 gr	x	0.6600	=	13.2000 mg.
8.- 16.8 gr	x	0.5544	=	9.3139 mg.
9.- 9.6 gr	x	0.3168	=	3.0412 mg.
10.- 10.2 gr	x	0.3366	=	3.4333 mg.
11.- 21.2 gr	x	0.6996	=	14.8315 mg.
12.- 12.8 gr	x	0.4224	=	5.4067 mg.
13.- 14.4 gr	x	0.4752	=	6.8428 mg.
14.- 19.7 gr	x	0.6501	=	12.8069 mg.
15.- 9.7 gr	x	0.3201	=	3.1049 mg.
16.- 11.5 gr	x	0.3795	=	4.3642 mg.
17.- 9.5 gr	x	0.3135	=	2.9782 mg.
18.- 21.8 gr	x	0.7194	=	15.6829 mg.
19.- 22.9 gr	x	0.7524	=	17.1547 mg.
20.- 16.8 gr	x	0.5544	=	9.3139 mg.
21.- 10.1 gr	x	0.3333	=	3.3663 mg.
22.- 21.4 gr	x	0.7062	=	15.1126 mg.
23.- 9.9 gr	x	0.3267	=	3.2343 mg.
24.- 16.4 gr	x	0.5412	=	8.8756 mg.

CALCULO DEL NITROGENO CONSUMIDO POR LA PLANTA DEL SUELO

Este calculo esta en base a la siguiente formula:

$$\begin{array}{rcl} \text{Nitrogeno del suelo} & - & \text{Nitrogeno del suelo} = \text{Nitrogeno con-} \\ \text{(antes de sembrar)} & & \text{(despues de cosecha)} \quad \text{sumido por la} \\ & & \text{planta del suelo} \end{array}$$

0.136

Tmto. # 1 = 0.149

Tmto. # 2 = 0.151

Tmto. # 3 = 0.156

Tmto. # 4 = 0.153

Tmto. # 5 = 0.152

Tmto. # 6 = 0.154

$$\text{Tratamiento 1} = 0.136 - 0.149 = -0.013 + 0.022^* = 0.007$$

$$\text{Tratamiento 2} = 0.136 - 0.151 = -0.015 + 0.022^* = 0.009$$

$$\text{Tratamiento 3} = 0.136 - 0.156 = -0.020 + 0.022^* = 0.002$$

$$\text{Tratamiento 4} = 0.136 - 0.153 = -0.017 + 0.022^* = 0.005$$

$$\text{Tratamiento 5} = 0.136 - 0.152 = -0.016 + 0.022^* = 0.006$$

$$\text{Tratamiento 6} = 0.136 - 0.154 = -0.018 + 0.022^* = 0.004$$

* Factor de corrección utilizado debido a que durante el ciclo del cultivo se libera el 2 % del nitrógeno de la materia orgánica. En el análisis de suelo realizado encontramos que el contenido de M.O. resultó ser del 1.1 %.

DETERMINACION DEL NITROGENO FIJADO POR LA PLANTA

N. de la planta. (mg.)	-	N. consumido por la planta. (mg.)	=	N. fijado. (mg.)
1.-	21.1229	-	0.007	= 21.1159
2.-	3.5009	-	0.009	= 3.4919
3.-	15.3964	-	0.002	= 15.3944
4.-	8.9842	-	0.005	= 8.9792
5.-	22.3080	-	0.006	= 22.3020
6.-	21.1229	-	0.004	= 21.1189
7.-	13.2000	-	0.007	= 13.1930
8.-	9.3139	-	0.009	= 9.3049
9.-	3.0412	-	0.002	= 3.0412
10.-	3.4333	-	0.005	= 3.4283
11.-	14.8315	-	0.006	= 14.8255
12.-	5.4067	-	0.004	= 5.1027
13.-	6.8428	-	0.007	= 6.8358
14.-	12.8069	-	0.009	= 12.7979
15.-	3.1049	-	0.002	= 3.1029
16.-	4.3642	-	0.005	= 4.3592
17.-	2.9782	-	0.006	= 2.9722
18.-	15.6829	-	0.004	= 15.6789
19.-	17.1547	-	0.007	= 17.1477
20.-	9.3139	-	0.009	= 9.3049
21.-	3.3663	-	0.002	= 3.3643
22.-	15.1126	-	0.005	= 15.1076
23.-	3.2343	-	0.006	= 3.2283
24.-	8.8756	-	0.004	= 8.8716

DETERMINACION DEL NITROGENO TOTAL ACUMULADO

Cuadro 13. Concentración de datos para la determinación del - nitrógeno total acumulado (mg/planta). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Ma-
rin, M.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				Total	X mg / p.
	I	II	III	IV		
1.- FM - 178	21.11	13.19	6.83	17.14	58.29	14.57
2.- FAHQL - 8	3.49	9.30	12.79	9.30	34.89	8.72
3.- FM - 171	15.39	3.03	3.10	3.36	37.90	9.47
4.- 425 FM-172	8.97	3.42	4.35	15.10	31.87	7.96
5.- Nitragin	22.30	14.82	2.97	3.22	43.32	10.83
6.- Testigo	21.11	5.10	15.67	8.87	50.77	12.69

257.06 mg.

De acuerdo a estos resultados encontramos que el trata-
miento que fijó la mayor cantidad de nitrógeno durante el ci-
clo del cultivo fué el número 1, por lo tanto reportamos que -
el nitrógeno total acumulado fue de 257.06 mg. De dicha canti-
dad el 2 % pasara a formar parte del nitrógeno disponible para
el ciclo siguiente que sera de 5.141 mg.

Tabla 3.- Datos de temperaturas máximas, mínimas y medias en °C., de los meses de Agosto a Noviembre de el año - de 1984 en Marín, Nuevo León.

MES	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
Agosto	39	19	29.3
Septiembre	38	14	24.9
Octubre	40	14	24.1
Noviembre	38.5	5	20.8

Tabla 4.- Precipitación registrada (mm) durante los meses - de Agosto a Noviembre de 1984 en Marín, N.L.

MES	PRECIPITACION (mm)
Agosto	2.6
Septiembre	70.1
Octubre	21.5
Noviembre	No hubo.

Nota: Estos datos fueron obtenidos de la estación meteorológica de la Fac. de Agronomía de la U.A.N.L.

