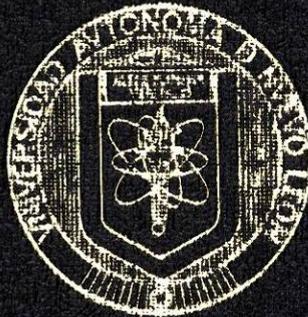


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



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

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTAN:

JUAN AGUERO MARTINEZ
RAFAEL LOPEZ ALVAREZ

MARIN, N. L.

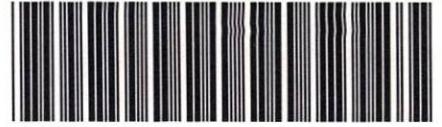
DICIEMBRE, 1985

T

SB327

A3

C.1



1080060671

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



05157

Jm

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

EVALUACION DE 5 CEPAS DE Phizobium phaseoli
EN FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTAN:

JUAN AGUERO MARTINEZ

RAFAEL LOPEZ ALVAREZ

MARIN, N. L.

DICIEMBRE, 1985

T
SB 327
A3



040.635
FA21
1985
C.5

A DIOS:

Por estar presente en nuestra familia.

A MI PADRE:

Sr. FRANCISCO AGUERO GARCIA.

Por la responsabilidad y el cariño mostrado, lo cual nos lleva a ser una familia unida.

A MI MADRE:

Sra. AMPARO MARTINEZ DE AGUERO.

Por el amor que siempre nos ha dado.

A MIS HERMANOS:

FRANCISCO

EMMA

LUIS

RICARDO

HUGO

A MIS CUÑADOS (AS)

JOSE

LUCIA

SAN JUANITA

LAURA

A TODOS MIS SOBRINOS (AS) Y TODA MI FAMILIA.

CON AGRADECIMIENTO Y CARIÑO POR LA COLABORACION EN ESTE
TRABAJO A MI NOVIA:

SRITA. MARGARITA LORENA VELAZQUEZ VALTIERRA.

A DIOS:

Por conservar a mi familia siempre unida.

A MIS PADRES:

Sr. J. JESUS LOPEZ RAMIREZ.

Sra. MARIA GUADALUPE ALVAREZ DE LOPEZ.

Por darme la vida y guiarme a lo largo de ésta, brindandome sus consejos, su amor y su comprensión.

A MIS HERMANOS:

IRENE

MARIA GUADALUPE

JOSE LUIS

MARIA ELENA (q e p d)

TERESITA

GERARDO

MIGUEL A.

A TODOS MIS SOBRINOS (AS) Y CUÑADOS (AS):

Por el cariño y confianza que me han brindado siempre.

ESPECIALMENTE A MI HERMANO Y SU ESPOSA

Ing. J. JESUS LOPEZ ALVAREZ.

Profra. MARIA ELENA HERNANDEZ DE LOPEZ.

Gracias a su apoyo moral y económico hicieron posible
la culminación de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. RONALD JORGE LECEA JUAREZ, por la ayuda y la -
asesoria brindada para llevar a cabo este trabajo.

Al Dr. RIGOBERTO E. VAZQUEZ ALVARADO, por orientarnos
en el transcurso de nuestra carrera estudiantil.

Al Ing. M.C. FRANCISCO RODRIGUEZ ESQUIVEL , por su ayu
da para ver culminado este trabajo de tesis.

Al Ing. ERNESTO SANCHEZ ALEJO, por brindarnos su ayuda
en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. M.C. HUMBERTO RODRIGUEZ FUENTES. Titular del
laboratorio de suelos de la F.A.U.A.N.L. por las facilita -
des prestadas para realizar este trabajo.

Al Ing. EDUARDO ELIZONDO TREVIÑO. Compañero y amigo -
por su valiosa colaboración desinteresadamente durante el -
trabajo.

A nuestros Maestros, Amigos y Compañeros con quienes -
compartimos nuestra vida estudiantil, así como a todas aqué
llas personas que de alguna forma colaboraron en la realiza
ción de este trabajo de tesis.

INDICE

	Pag.
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS E HIPOTESIS	3
III BREVE HISTORIA	4
IV ANTECEDENTES	6
V REVISION DE LITERATURA	11
5.1 Importancia del cultivo del frijol	11
5.2 Origen	11
5.3 Clasificación	12
5.4 Características agrónomicas	14
5.5 El nitrógeno	20
5.6 Fijación biológica del nitrógeno	25
5.7 Descripción general del Rhizobium	30
5.8 Interacción leguminosa - Rhizobium	33
VI MATERIALES Y METODOS	46
VII RESULTADOS	51
VIII DISCUSION	55
IX CONCLUSIONES	57
X RECOMENDACIONES	59
XI RESUMEN	60
XII BIBLIOGRAFIA	62
XIII APENDICE	67

INDICE DE CUADROS, TABLAS Y FIGURAS.

Pag.

- Cuadro 1. Concentración de datos para peso de plantas (gr./60 pts.). Eva - luación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín N.L. Ciclo tardío 1984. 71
- Cuadro 2. Análisis de varianza para peso - de plantas (gr./60 pts.). Eva - luación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984. 71
- Cuadro 3. Concentración de datos para # de granos por planta. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984. 72
- Cuadro 4. Análisis de varianza para # de granos por planta. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984. 72
- Cuadro 5. Concentración de datos para # de vainas por planta. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984 73
- Cuadro 6. Análisis de varianza para # de vainas por planta. Evaluación de

	5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	73
Cuadro 7.	Concentración de datos para # de granos por vaina. Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	74
Cuadro 8.	Análisis de varianza para # de granos por vaina. Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín N.L. Ciclo tardío 1984.	74
Cuadro 8-A	Comparación múltiple de medias de tratamientos. (Tukey).	88
Cuadro 9.	Concentración de datos para peso de la vaina con grano (gr./vaina con grano). Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	75
Cuadro 10.	Análisis de varianza para peso de la vaina con grano (gr./vaina con grano.). Evaluación de 5 cepas de <u>Rhizobium phaseoli</u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	75
Cuadro 11.	Concentración de datos para rendimiento en grano (Kg/Ha.). Evaluación	

de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

76

Cuadro 12. Análisis de varianza para rendimiento en grano (Kg/Ha.). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

76

Cuadro 13. Concentración de datos para altura de planta (cm). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

77

Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de planta (cm). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

77

Cuadro 15. Concentración de datos para el % de nitrógeno. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

78

Cuadro 16. Análisis de varianza para el % de nitrógeno. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

78

Cuadro 17.	Datos de temperaturas máximas y mínimas y medias en °C., de los meses de Agosto a Noviembre de el año de 1984 en Marín, N.L.	79
Cuadro 18.	Precipitación registrada (mm) durante los meses de Agosto a Noviembre de 1984 en Marín, N.L.	79

TABLAS

Tabla 1.	Grupo de inoculación cruzada de asociaciones de Rhizobium - leguminosas.	68
Tabla 2.	Determinación de las propiedades promedio físicas y químicas del suelo del sitio experimental.	45
Tabla 3.	Determinación del nitrógeno de la planta.	80
Tabla 4.	Calculo del nitrógeno consumido por la planta.	81
Tabla 5.	Determinación del nitrógeno fijado por la planta.	83
Tabla 6.	Nitrógeno disponible para el siguiente ciclo de cultivo.	85
Tabla 7.	Datos elaborados por la jefatura del programa de planeación con información proporcionada por planeación agrícola y economía agrícola.	87

FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Características principales del ciclo del nitrógeno.	24
Figura 2. Esquema de la fijación biológica del nitrógeno según Virtanen.	26
Figura 3. Esquema de la teoría de Burris y Wilson.	27
Figura 4. Penetración del <i>Rhizobium</i> en el interior de un pelo radical de una leguminosa.	69
Figura 5. Distribución al azar de los tratamientos en el campo. Evaluación de 5 cepas de <u><i>Rhizobium phaseoli</i></u> en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.	70

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 otros países.

Una de las maneras de poder elevar el rendimiento en los cultivos es mediante el uso de los fertilizantes inorgánicos, pero debido a la crisis de hidrocarburos, así como el continuo incremento en el costo del fertilizante de uso preferencial para cultivos con una mayor remuneración, además de los problemas ecológicos que causan éstos han estimulado el interés por la fijación biológica, la cual se podría tomar como una alternativa con que pudiera contar el hombre en el futuro.

No obstante que el nitrógeno es el elemento más abundante en la atmosfera (80 % en la forma molecular N_2), lo encontramos como la principal limitante para la producción de los cultivos ya que es muy común encontrar tanto en México como en numerosas partes del mundo, suelos con deficiencias de dicho elemento, de tal manera puede decirse que la respuesta de los cultivos a la fertilización nitrogenada es general.

Una de las características con que cuentan las leguminosas es la capacidad de asociarse en forma simbiótica con bacterias del género Rhizobium y fijar nitrógeno atmosférico, por lo que, mediante un adecuado manejo de dicho proceso se puede ahorrar.

Para el proceso simbiótico de la fijación de nitrógeno atmosférico por Rhizobium, debe ocurrir primeramente la infección de las raíces para la formación de los nódulos radicales. Para lograr un mayor beneficio de la fijación simbiótica de nitrógeno se utiliza el proceso de inoculación con cepas eficientes, competitivas y resistentes a las condiciones particulares del suelo.

El presente trabajo de investigación, el cual fué realizado en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, ubicada en el Municipio de Marín, Nuevo León, se enfoca al estudio y/o evaluación de 5 cepas del género Rhizobium y los aspectos relacionados con la asociación simbiótica bacteria - leguminosa.

II OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1 Objetivos.

- 1). Cuál es la mejor cepa con respecto al rendimiento?
- 2). Ganancia total de nitrógeno.
- 3). Disponibilidad del nitrógeno por ciclo de cultivo.

2.2 Hipótesis.

- 1). Existe diferencia entre las cepas de *Rhizobium phaseoli* para frijol, en cuanto al peso de la planta; número de granos por planta; número de vainas por planta; número de granos por vaina; peso de la vaina (gr.); peso de los granos (gr.); altura de la planta (cm.); nitrógeno de la parte aérea.

III BREVE HISTORIA

La primera demostración experimental de que las leguminosas fijan el nitrógeno atmosférico se debe a Boussingault. En 1838 este químico francés midió y comparó el contenido total de nitrógeno de varias semillas y de las plantas que nacieron de ellas, a los tres meses de desarrollo en un suelo al que no se le había añadido ningún abono nitrogenado. Al observar que el contenido en nitrógeno de las plantas era casi igual al de las semillas en el caso de los cereales (trigo, cebada) y doble en las leguminosas (trebol, guisante), Boussingault concluyó que, a diferencia de las demás plantas las leguminosas fijan el nitrógeno atmosférico. Con ello explicaba la práctica agrícola que se utilizaba desde la antigüedad, aunque de modo empírico, y que consiste en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos mediante la alternancia de cultivos de cereales y de leguminosas.

Posteriormente el químico francés Liebig, en 1843 estudió las leguminosas y llegó a la conclusión errónea de que estas plantas podían absorber amoníaco atmosférico bajo ciertas circunstancias.

Años más tarde, Lachmann (1858), y después Woronin (1863), observaron que los nódulos característicos de las raíces de las leguminosas conocidos desde el siglo XVII, contienen gran cantidad de microorganismos a los que Brunchorst (1885) llamó "bacteroides". La función de estos bacteroides en la formación de los nódulos y en la fijación de nitrógeno quedó establecida por numerosos experimentos demostrativos de que las semillas desinfectadas y sembradas en suelo estéril no forman nunca nódulos y se desarrollan mal, de

05157

bido a que su crecimiento esta limitado por el contenido - de nitrógeno combinado del suelo.

Beijerinck obtuvo en 1888 cultivos puros de bacteroides y demostro que, si éstos se siembran en suelo estéril, se restablece la capacidad de las leguminosas de producir nódulos y fijar nitrógeno.

Ya por último en 1892, Schloesing y Laurent demostraron que el nitrógeno fijado por las bacterias procedian de el aire atmosférico.

Desde entonces, muchos trabajos han resaltado la suma importancia de la fijación simbiótica, no solo en la agricultura, sino también, de forma mas general, en el ciclo - biológico del nitrógeno y su equilibrio natural.

IV ANTECEDENTES

Rather (1944), en trabajos desarrollados en Michigan - encontró que ni el frijol blanco, ni el rojo respondieron a la inoculación de bacterias en tres diferentes estaciones - usando diferentes clases de suspensiones de bacterias.

Montenegro (1957), en un experimento realizado en Apodaca Nuevo León, en un ensayo de fertilización en frijol (cannario IOI) con elementos mayores y menores é inoculación - con bacterias nitrificantes. Encontro que las bacterias nitrificantes aplicadas a la semilla resultaron no efectivas (ausencia de nódulos en las raíces cuya semilla fue 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.

Schreven (1958), indica que Rhizobium sufre alteraciones morfológicas en perjuicio de su efectividad bajo condiciones de extrema acidez.

Gómez (1963), experimentando con tres niveles de temperatura del suelo 30,35 y 40^oc, é inoculante comercial y dos valores de PH, encontro que la mayor nódulación fue de 30^oc y un PH de 7.3, mientras que a 40^oc.no encontró nodulación.

Luna (1967), en experimento realizado en terrenos de Chapingo, México para observar la respuesta del frijol Bayo mex a la inoculación con Rhizobium phaseoli, no encontro diferencia significativa en el rendimiento por efecto del uso del inoculante.

Lépis (1968), experimentando con cuatro variedades de frijol fertilizados e inoculados, no encontró respuesta a la inoculación con los inoculantes Pagador, Nitragín, Nadosit, lo que 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.

Galetti, et al (1971), encontraron que temperaturas máximas diarias de 33°C. redujeron el inicio de la formación y eficiencia de nódulos.

Ham, et al (1971), comprobaron que en lugares con población de bacterias nativas, la cepa del inoculante a pesar de su colocación ventajosa es casi nula la formación de nódulos.

Sabbagh (1975), reporta un experimento llevado a cabo en condiciones de temporal en Portesuelos, Veracruz para obtener recomendaciones de producción, en el uso de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, inoculantes y Molycofix, encontró una respuesta estadísticamente significativa en los rendimientos de grano a la aplicación del inoculante (Nitragín); también respuesta a la fertilización; recomendando la dosis de fertilización 40 - 60 - 00; para el factor Molycofix no encontró respuesta estadísticamente significativa.

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 Nitragín no ayudaron a mejorar en for-

ma práctica al cultivo del frijol ya que no aumentaron la no dulación ni el rendimiento en granos.

Date (1976), encontró que de 100 a 300 rhizobias por se milla son suficientes para nodular una leguminosa sembrada - bajo condiciones agronómicas favorables, pudiendose incremen tar a 1000 cuando haya factores adversos en el suelo.

Galomo (1978), realizó un estudio en la región de la - Chontalpa, Tabasco con inoculación y fertilización de cuatro variedades de frijol, en dos experimentos para buscar el in cremento en los rendimientos unitarios en el cultivo de frijol mediante la práctica de inoculación y fertilización. Los resultados de este estudio en el primer experimento indica - ron que para el factor principal del estudio de inoculantes, no hubo respuesta estadística en el rendimiento. Concluye - además que las variedades utilizadas responden favorablemen - te a la dosis de fertilización 40 - 40 - 00. En un segundo ex perimento en sistemas de producción tradicional resultó alta mente significativo para el factor inoculante, siendo el que más indujo nodulación y mayor peso seco de las plantas, el i noculante comercial Nitragin, las variedades estudiadas res - ponden además a la dosis de fertilización 40 - 40 - 00.

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

Nathal (1981), reporta que en experimentos realizados en el estado de Nayarit, en condiciones de riego, para evaluar la acción de 10 cepas de *Rhizobium phaseoli*, sobre 3 variedades de frijol, encontró que hay aumentos en el rendimiento por 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.

Aveldaño y Ferrara - Cerrato (1981), en experimentos realizados en las localidades de Chalco y Chapingo, estado de México para estudiar y relacionar el efecto de las cepas de *Rhizobium phaseoli* sobre los diferentes genotipos de frijol, probaron 8 cepas de la colección del colegio de Postgraduados (CP) y una comercial (Nitragin), en 4 variedades de frijol (Canario, Bayomex, Ojo de cabra 400 y Negro de Puebla). Estos investigadores encontraron respuesta favorable a la inoculación sólo en dos variedades de frijol con dos cepas de la colección del CP.

Jaime y Espinosa (1981), establecieron un experimento en el Municipio de Loma Bonita, Oaxaca para evaluar 11 cepas introducidas en la variedad de frijol Negro Veracruz. Los testigos fueron Nitragin, fertilizantes químicos con la dosis 40 - 40 - 00 y 00 - 40 - 00, además el testigo absoluto. No se encontró diferencia significativa entre las cepas evaluadas y los testigos con respecto al rendimiento; sin embargo al cuantificar las ganancias económicas, el mejor fertilizante fué el que se empleo con la dosis 40-40-00.

Romero y Elizondo (1984), establecieron un experimento en la Estación Experimental Agropecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el Municipio de Marín Nuevo León. Para evaluar 5 cepas de *Rhizobium phaseoli* en la variedad de frijol Canario 101, encontrando que no hubo diferencia significativa en ninguna de las variables bajo estudio, esto debido probablemente a que existió una tendencia hacia promiscuidad simbiótica. Además una de las razones principales por lo cual se cree que no funcionaron las cepas es que no se adaptaron al ambiente que prospera en esta localidad.

V REVISION DE LITERATURA

5.1 Importancia del cultivo del frijol

El cultivo del frijol es de mucha importancia para la nación, pues aparte de ser básico para la alimentación, su costo de producción es bajo, tiene gran aceptación y además su valor nutritivo es alto.

De las 70 especies del género *Phaseolus* que se han encontrado en México, la especie *Phaseolus vulgaris* es la más importante en la nación y por consiguiente en la alimentación humana y se cultiva desde el nivel del mar hasta 2700m. de altura. En México, ha ocupado el segundo lugar en importancia, después del maíz, como alimento básico desde tiempos precolombinos hasta nuestros días.

La importancia del frijol en la alimentación humana es triba en que es una magnífica fuente de proteínas, pudiendo se obtener a bajos costos, relativamente. Miranda (1967).

Bresani (1965), menciona que el frijol proporciona el 33 % de la proteína diaria consumida, aportando principalmente aminoácidos esenciales, tales como la metionina y cis teina, los cuales son diferentes en el maíz y en los demás cultivos amiláceos. Al respecto cabe señalar que el conteni do de proteínas del frijol ocila entre el 19.2 a 27.9 %. Bresani (1967).

5.2 Origen

El frijol llamado "etl" entre los antiguos Mexicanos, era cultivado por éstos desde la época anterior a la conquista; su origen es confuso, pero es un hecho que los españoles lo llevaron de México a Europa y su explotación se ex

tendio por casítoda America. Allar (1975).

Miranda (1959), señala que esta planta es nativa del -
 área México - Guatemala y se ha venido cultivando en México
 por mas de 4,000 años, según datos de restos arqueológicos
 encontrados en las cuevas de la región de Ocampo, Tamauli--
 pas y en la cueva de Coxcatlan, Puebla.

5.3 Clasificación

5.3.1 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	Phaseolus
Especie	vulgaris

5.3.2 Sistemática:

La especie *Phaseolus vulgaris*, por ser ampliamente distribuida en el mundo, recibe diferentes nombres de acuerdo a la región o país en que se le cultiva: frijol común, judía, alubia, frejol, habichuela, poroto, caraota, etc.

La planta de frijol es anual.

LA RAIZ: Es de tipo fibroso, aunque se diferencia la raíz principal o primaria.

LOS TALLOS: Son herbáceos de crecimiento determinado (corto y robusto), o indeterminado (rastrero y voluble) con pelos cortos y rígidos que favorecen adhesión a su soporte.

LAS HOJAS: Exeptuando las dos primeras, son compuestas alternas, pecioladas, pubescentes, de color verde claro, con tres folíolos cordiformes y provistas de estípulas y estipulillas persistentes, el tamaño varía de acuerdo a la variedad.

LA INFLORESCENCIA: Es un racimo que nace en las axilas foliares; las flores tienen forma amariposada, son de color variable y son pediceladas.

LA FLOR: Esta consta de 5 sépalos y 5 pétalos, 10 estambres y un pistilo; el cáliz es gamosépalo; los pétalos difieren morfológicamente y en conjunto forman la corola, se llama estandarte y los dos pétalos laterales reciben el nombre de alas. En la parte inferior se encuentran los dos pétalos, unidos por los dos bordes laterales y formando la quilla. Los estambres son diadelfos y cada estambre de filamento y antera; nueve filamentos están soldados y el

décimo es libre. En el centro de la flor se encuentra el ovario y el estilo y estigma; el ovario es unicarpelar y con muchos ovulos.

EL FRUTO: Es una vaina colgante, recta o arqueada, comprimida gibosa y mucronada, que se abre en dos valvas cuando está maduro es dehiscente y puede abrirse por la sutura ventral o la dorsal. Parte del estilo permanece a manera de filamento en la punta de la vaina, formando el ápice.

LA SEMILLA: Nacen alternamente sobre los márgenes de las dos placentas ubicadas en la parte ventral de la vaina, están unidas a la placenta por medio del funículo y este deja una cicatriz en la semilla que se llama hilio; a un lado del hilio se encuentra el micrópilo y al otro lado el rafe. La semilla carece de endospermo y consta de testa y embrión. La testa se deriva de los tegumentos del óvulo y su función principal es la de proteger al embrión.

5.3.3 Cariosistemática:

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

5.4 Características agronómicas

5.4.1 Polinización y fecundación.

El frijol es una especie autógama y normalmente la incidencia de cruzamiento es baja. Sin embargo se han obtenido grandes diferencias en la frecuencia de cruzamiento natural en diferentes localidades. No obstante que la quilla -

protege los estambres y el pistilo, existen muchos factores que hacen posible el cruzamiento natural. Miranda (1966).

Entre los factores que influyen en el cruzamiento natural se consideran algunas características específicas de las variedades, tales como el tamaño de la flor, la dureza del pedicelo, el grado de protección del estigma por la quilla, la coincidencia del período de floración y la duración del mismo. Y entre los factores ambientales se consideran de interés la humedad relativa, la temperatura, la estación del año, la afluencia de insectos polinizadores, la distancia que existe entre genotipos y la dirección de los vientos. La influencia de dichos factores, aunada a otras características geográficas y ecológicas de la localidad, hacen que los resultados obtenidos en cuanto a cruzamiento natural difieran de una zona a otra. Miranda (1971).

5.4.2 Hábito de crecimiento.

Este concepto morfoagronómico podría ser definido como la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su crecimiento. Este crecimiento es el resultado de la interacción de los caracteres establecidos en la constitución genética de la planta (genotipo) y los factores externos que varían en el tiempo y en el espacio.

En frijol existen cuatro tipos principales de hábito de crecimiento, según la metodología establecida por el CIAT:

Tipo I.- Hábito de crecimiento determinado arbustivo.

El tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y de las ramas gene-

ralmente se detiene. En general el tallo es fuerte, con un número bajo de entrenudos (5 a 10) comunmente cortos. La altura puede variar de 30 a 50 cms., sin embargo hay casos de plantas enanas entre 15 a 20 cms. La floración dura poco tiempo y la madurez, antes de la senectud completa, ocurre casi al mismo tiempo para todas las vainas.

Tipo II.- Hábito de crecimiento indeterminado arbus - tivo.

Tallo erecto, pero sin aptitud para treparse, ramas la - terales escasas y generalmente cortas, además, como todas - las plantas de crecimiento indeterminado, estas plantas con - tinúan creciendo aún durante la floración, aunque a un rit - mo diferente.

Tipo III.- Hábito de crecimiento indeterminado postra - do.

Plantas postradas ó semipostradas, con un sistema de - ramificación axilar bién desarrollado, el tallo principal y las numerosas ramas laterales pueden tener aptitud trepado - ra en su parte terminal. Generalmente el tallo y algunas - ramas laterales se aíslan de la cobertura del cultivo des - pués del inicio de la floración y se llaman guías.

Tipo III.1.- Aquellas variedades que son trepadoras y tienen una considerable cantidad de ramificaciones en el - tercio inferior y la mayor carga de vainas se haya localiza - da principalmente en la parte baja de la planta.

Tipo IV.- Hábito de crecimiento indeterminado trepador

Este es el hábito de crecimiento típico que se encuen - tra en los cultivos asociados. Se caracteriza por un núme -

ro bajo de ramas laterales en cada nudo, las cuales son muy poco desarrolladas (excepcionalmente algunas), como consecuencia de la dominancia apical, el tallo principal puede tener de 20 a 30 nudos y con algún soporte puede alcanzar más de 2m. de altura. La floración persiste durante varias semanas.

Dentro de este tipo de crecimiento existen las siguientes subdivisiones:

Tipo IV.1.- Trepador, tiene la ramificación y producción de vainas repartidas a todo lo largo de la planta.

Tipo IV.2.- Trepador vigoroso, tiene la ramificación y carga de vainas localizadas en la parte superior de la planta. CIAT (s,f).

5.4.3 Condiciones generales de clima y suelo requeridas - por el cultivo.

i).- Climas.

El frijol es una planta muy susceptible al frío, necesitando por lo general, temperaturas cálidas ó altas al principio del crecimiento; la temperatura óptima que necesita el frijol para su germinación es de más de 8° C.

El frijol es muy susceptible a los excesos de humedad, por lo que hay que tener cuidado al efectuar los riegos, no le debe de faltar humedad al momento de la siembra, en la floración y el llenado de grano. La falta de humedad al momento de la siembra provoca una baja germinación y la baja de humedad en la floración produce la caída de las flores, cuando la humedad ambiental es alta propicia el desarrollo de enfermedades foliares.

Los climas templados son más adecuados para un mayor rendimiento, no toleran temperaturas menores de 2°c., por que las plantas mueren. Mateo (1961).

ii).- Suelos.

El frijol es una planta que no tolera los excesos de humedad por lo tanto no se recomienda sembrar en terrenos con deficiencias de drenaje ó expuestos a encharcamientos, tampoco se recomienda sembrarlos en suelos donde se haya detectado excesos de sal por que esto afectaría a las plantas produciendo clorosis, poco desarrollo y marchitez.

El frijol prospera mejor en suelos fértiles, ligeros y bién drenados, como son los francos y los migajones arenosos, en si el frijol en suelos arcillosos no prospera debido a que las raíces se pudren, el PH adecuado es de 5 a 6.5.

5.4.4 Método y densidad de siembra.

Puede ser la siembra en camas meloneras ó en surcos; el espaciamiento entre surcos es de 60 - 90 cms. La siembra es preferible efectuarla en tierra venida y sembrar la semilla de 6 - 8 cms., en el lomo del surco. Se recomienda una densidad de 45 Kg / Ha., y a una distancia entre plantas de 15 cms. SARH (1981).

VARIETADES Y EPOCA DE SIEMBRA RECOMENDADAS EN EL ESTADO DE NUEVO LEON.

NORTE Y CENTRO

Canario 101

Delicias 71

SUR

Bayo

Flor de mayo

Jamapa

Agrarista

Flor de mayo

Pintos nacionales

Debido a la variabilidad de las condiciones edáficas, climáticas, etc., del Estado de Nuevo León, no es posible - establecer fechas de siembra con exactitud aún en zonas que cuentan con riego.

Una idea de fechas de siembra en forma general para el Estado de Nuevo León, es el siguiente:

Primavera (ciclo temprano), la mejor época de siembra es la comprendida del 15 de febrero al 15 de marzo.

Verano (ciclo tardío), la mejor época de siembra es de los días 1 al 30 de Agosto. Lepis (1973).

5.4.5 Factores limitantes en la producción de frijol.

El frijol se cultiva bajo condiciones de riego y de -- temporal. Bajo condiciones de secano el cultivo del frijol se cultiva asociado con el maíz. Estas condiciones de cultivo limitan los rendimientos. Miranda (1966).

Otros factores que limitan el rendimiento son: La utilización de semillas no mejoradas por los agricultores, plagas, enfermedades severas, así como malas hierbas que compiten con el frijol por nutrientes, humedad y energía luminosa.

El uso de los fertilizantes nitrogenados es reducido, debido principalmente a que este elemento se emplea en otros cultivos con mayores necesidades de nitrógeno, así como más

remunerativos. Brill (1977).

5.5 El Nitrógeno

5.5.1 Importancia.

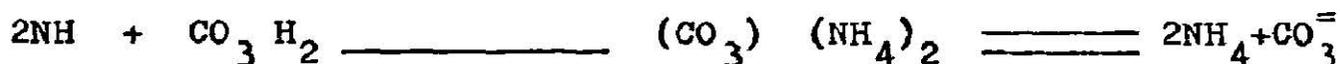
Dentro de los elementos esenciales para las plantas, ninguno es considerado como más importante que los demás sin embargo, si tuviera que optarse por uno de ellos para calificarlo como el más importante seguramente que tal calificativo le correspondiera al nitrógeno, puesto que todo organismo vivo lo requiere para su crecimiento y reproducción, es constituyente de todas las proteínas, de todas las enzimas, de muchos compuestos intermediarios metabólicos involucrados en procesos de síntesis y transferencia de energía.

El nitrógeno es uno de los elementos más requeridos por las plantas en mucho mayor cantidad que todos los demás (de los absorbidos del suelo), excepto el K, a nivel mundial las mayores deficiencias de nutrientes que se presentan en lo que a cultivos se refiere son de nitrógeno, las mayores respuestas en términos de producción, obedecen a las aplicaciones de nitrógeno; la mayor demanda, producción, comercialización y consumo de fertilizantes en el mundo, son de nitrógenos.

5.5.2 Ciclo del Nitrógeno.

El nitrógeno en el suelo sigue el ciclo por tres caminos muy importantes, los cuales son: AMONIFICACION, NITRIFICACION, y siguiéndole en cierta forma un proceso de pérdida del nitrógeno el cual se denomina DESNITRIFICACION.

i).. Amonificación.



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

Factores que favorecen la Amonificación

- a).- Microorganismos involucrados.
- b).- Acidez, aireación y humedad del suelo.
- c).- Cantidad de carbohidratos disponibles.
- d).- Composición química del material nitrogenado. Buckman y Brady (1977).

ii).- Nitrificación.





El producto de la amonificación es el Amoniáco, que - pasa al suelo en forma de Iones Amonio, este puede ser ata cado por bacterias nitrificadoras y transformado a nitratos (NO_3^-) otra forma aprovechable por la planta. Este paso es llevado a cabo en 2 fases:

- a).- Los compuestos de Amonio se transforman en nitritos - (NO_2^-).
- b).- La oxidación posterior de los nitritos se debe principalmente a Nitrobacter, la cual oxida los nitritos a nitratos.

Las condiciones que favorecen la nitrificación son:

- a).- PH alcalino.
- b).- Buena aireación.
- c).- Inexistencia de grandes cantidades de carbohidratos - en el suelo. Buckman y Brady (1977).

iii).- Formas de pérdidas del nitrógeno.

Ciertos microorganismos pueden reducir los nitratos -- hasta llegar a nitrógeno molecular. Estos organismos son - conocidos como bacterias desnitrificantes. Siendo Bacte - rium denitrificans una de las especies mejor conocidas. La desnitrificación se favorece por una pobre aireación del - suelo, las bacterias desnitrificantes son anaerobias facultativas; extraen oxígeno de los nitratos o nitritos. Más

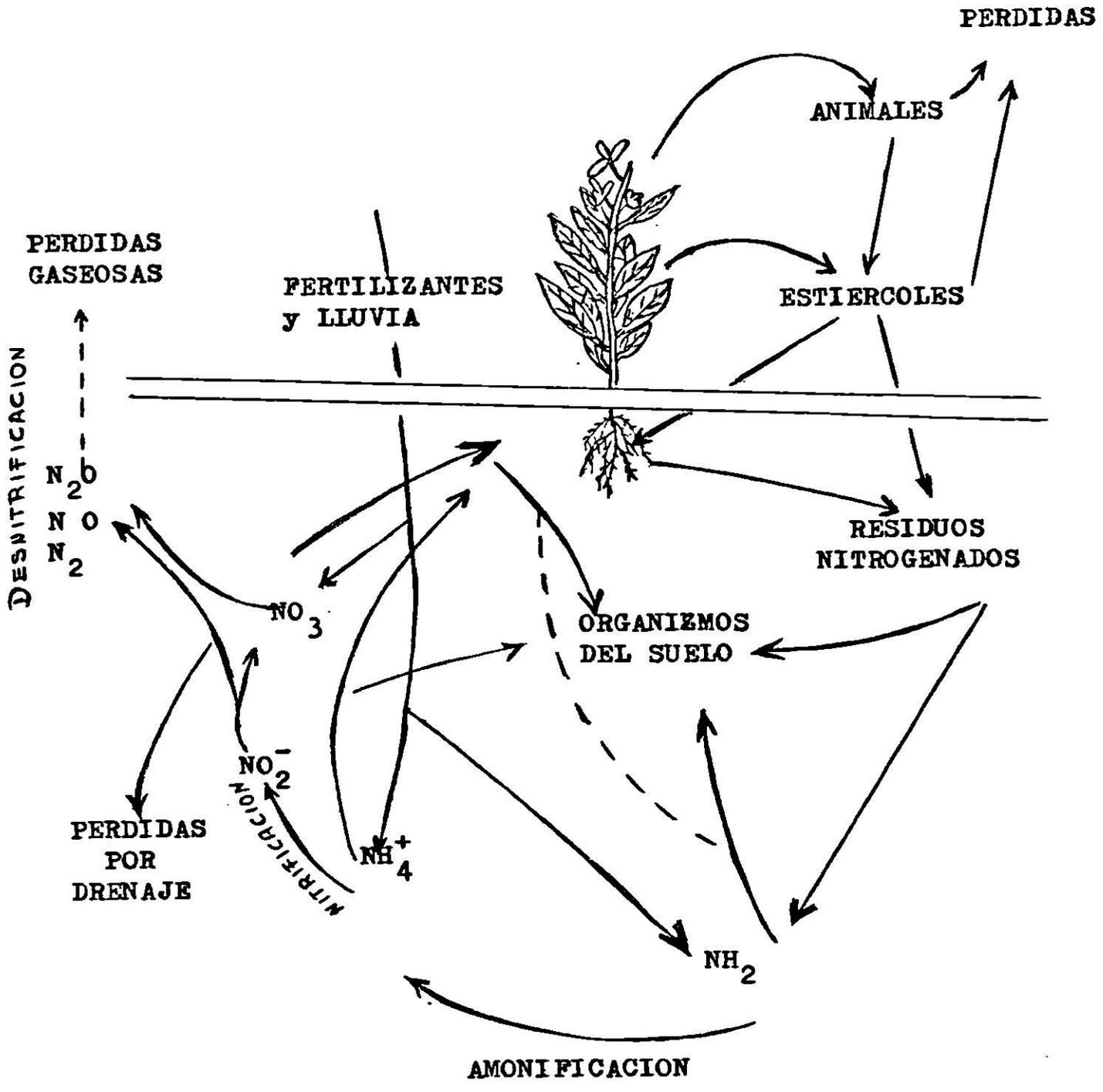
que usar oxígeno atmosférico, éste oxígeno es utilizado para oxidar el hidrógeno de los alimentos orgánicos formando agua como uno de los productos finales.

Otras pérdidas pueden ser debido a: erosión, lixiviación, volatilización.

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

El hombre altera el ciclo natural al establecer poblaciones muy densas de plantas que extraen enormes cantidades de nitrógeno y al cosechar las plantas, frutos con lo cual retira casi todo el nitrógeno absorbido y evita que regrese al suelo. Rojas (1972).

Figura 1.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL CICLO DEL NITROGENO.



5.6 Fijación biológica del nitrógeno.

5.6.1 Importancia.

Durante los últimos 15 a 20 años ha resurgido el interés de la comunidad científica en el campo agrícola por la fijación biológica del nitrógeno. Tal resurgimiento puede atribuirse a dos razones bien conocidas :

- i).- El alto costo de producción de los fertilizantes nitrogenados, el cual se debe a su vez a la escases y al alto costo de las fuentes de energía de combustibles fósiles.
- ii).- Al deterioro en la calidad del ambiente que generalmente conlleva al uso inapropiado de los fertilizantes nitrogenados.

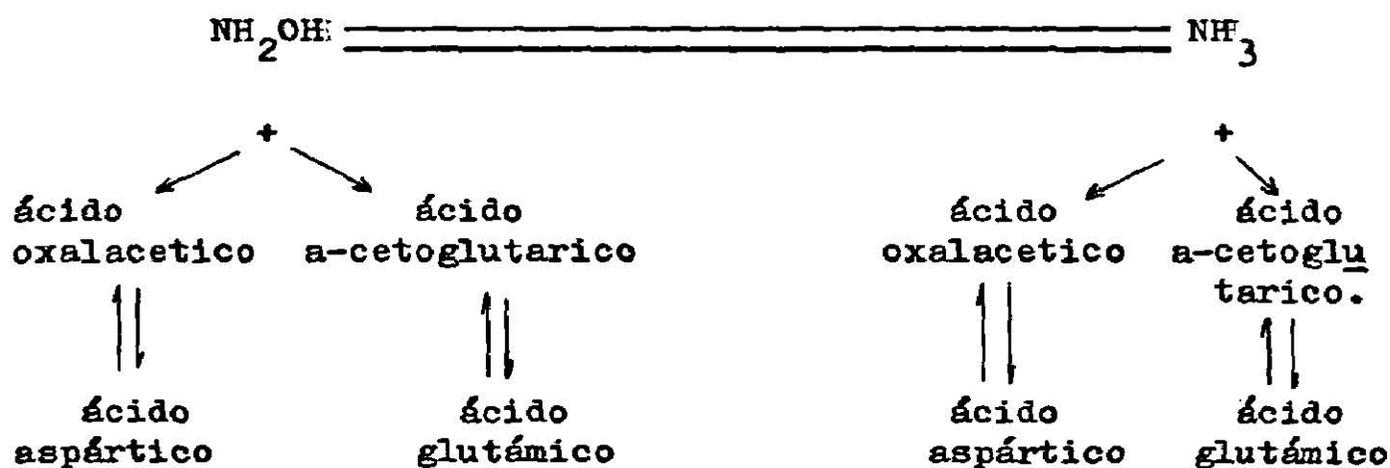
Estas razones han hecho necesaria la búsqueda de fuentes de nitrógeno para la agricultura diferentes a los fertilizantes sintéticos. Una de las alternativas más llamativas es la fijación de nitrógeno en forma biológica, la cual es realizada por organismos procarióticos, de beneficio mutuo, que a pesar de requerir también energía, esta es obtenida directamente de la fotosíntesis. Revista de la sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. (1983).

Otra de las razones para utilizar este método de la fijación de nitrógeno por medios biológicos es debido al factor económico ya que su uso es barato, con lo cual se reducen los costos de producción y aumenta las ganancias, no causa efectos colaterales como disturbios ecológicos en el suelo, no es contaminante, disminuye el nivel natural de enfermedades al mantener el equilibrio natural, utiliza una fuente casi inagotable que se llama nitrógeno atmosférico, ade -

ii).- Teoría de Burris y Wilson.

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

Fig. 3. Esquema de la teoría de Burris y Wilson.



Ambas teorías postulan la formación de ácidos aminodi-carboxílicos como aminoácidos primarios en la fijación biológica de nitrógeno.

5.6.3 Factores que afectan la fijación de nitrógeno.

1).- Factores químicos.

Las bacterias del género *Rhizobium*, así como los microorganismos de fijación libre, requieren de elementos químicos como Ca, Fe, Mo, Co, N y otros. Stewart (1966), Epstein (1972).

El Calcio es un elemento requerido en la formación de los nódulos.

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. Bergersen (1963).

El Molibdeno es muy importante ya que en estudios al respecto, se ha determinado que no es la planta, la que establece las necesidades de este elemento, sino las bacterias simbióticas. Epstein (1972).

La disponibilidad de Mo para leguminosas depende de mucho de la acidez, siendo una de las principales funciones de este elemento el efecto catalítico en la reducción de nitratos. Bonier (1960).

El Cobalto es necesario en la fijación de nitrógeno por medios biológicos, debido a que forma parte 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 la vitamina B12 y en el contenido de la leghemoglobina en el nódulo.

La toxicidad de elementos como el Manganeso y el Aluminio, puede deberse a efectos de la acidez del suelo (PH) y deficiencias de Calcio. Los efectos del PH se acentúan más en el proceso de nodulación que en el de fijación de nitrógeno. Jensen (1944).

El Calcio aparte de modificar el PH del suelo, también influye de manera determinante en la absorción de elementos como Boro, Molibdeno, Fosforo, necesarios para la planta y la bacteria. Chávez (1975).

ii).- Factores físicos.

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

Gukova (1945), encontró que las bacterias nodulares en simbiosis son más sensibles a una elevación que a un descenso de temperatura.

Gukova (1962), observó que aumentando la temperatura de 20 a 30°C. por espacio de 20 días la utilización de nitrógeno atmosférico decrece de un 50 a 60 %.

Gómez (1963), experimentando con tres niveles de temperatura del suelo 30, 35 y 40°C. é inoculante comercial y dos valores de PH, encontró que la mayor nodulación, parece estar en relación muy estrecha con el PH, donde para el los mejores resultados se dieron a una temperatura de 30°C. y un PH de 7.3, mientras que a una temperatura de 40°C., no encuentro nada.

Lie (1871), menciona que la luz tiene efecto sobre la nodulación ya que cuando se aumentó desde 10,000 a 15,000 ergs/cm²/seg. el número de nódulos aumentó y disminuye a intensidades de 20,000 ergs/cm²/seg.

iii).- Factores biológicos.

Se puede mencionar dentro de estos factores los daños producidos por: protozoarios, hongos, nemátodos, bacteriófa-

gos, virus y la presencia de cepas de *Rhizobium* nativas.

Kleezkowska (1950), citado por Vargas (1969), encontró que los bacteriófagos producen mutaciones en *Rhizobium* que pueden modificar el proceso de fijación de nitrógeno.

Los bacteriófagos cuando se encuentran en cantidades considerables en los suelos provocan "Lisis" de las bacterias de *Rhizobium* disminuyendo la población de éstas en la rizósfera.

Las cepas nativas en el suelo pueden competir con las de *Rhizobium* específicas agregadas en los inoculantes, sobre todo cuando las primeras tienen mayor velocidad de crecimiento, siendo capaces de impedir la multiplicación de otras cepas en la rizósfera.

5.7 Descripción general del *Rhizobium*.

La familia Rhizobiaceae está formada por tres diferentes generos: *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Chromobacterium*. Bergey (1957). El nombre de esta familia esta formado por dos raíces griegas "Rhiza" = raíz y "Bios" = vida.

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

Estos microorganismos son bacilos Gram negativos, de tamaño medio y se encuentran en todos los suelos (la mayoría), tienen la capacidad de cambiar dentro del tejido nodu

lar en forma bacteroïdal lo cual puede suceder también en medios de cultivo bajo condiciones adversas. Cuando son jóvenes poseen flagelos por lo que tienen capacidad de movimiento.

En medios de cultivo in vitro pueden ser fácilmente conservados, dadas las características heterotróficas y aerobias de estas bacterias. Estas bacterias no difieren mucho en sus características fisiológicas con las demás bacterias. Bergey (1957).

5.7.1 Taxonomía del Rhizobium.

Reino	Vegetal
Subreino	Thallophyta
División	Schizophyta
Clase	Schizomycetes
Orden	Eubacteriales
Familia	Rhizobiaceae
Género	Rhizobium

5.7.2 Morfología.

Los bacilos de Rhizobium tienen de 2 a 5 flagelos peritricos sobre la superficie y uno de ellos subpolar en la mayoría de los casos. Los flagelos peritricos se desprenden fácilmente, lo que no sucede con el flagelo subpolar.

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

5.7.3 Ciclo de vida.

De acuerdo a estudios realizados por varios investigadores se han propuesto teorías sobre el ciclo de vida de *Rhizobium* denominándose a uno de ellos como ciclo "reducido" y a otro ciclo "completo", el ciclo reducido se presenta en *Rhizobium* de plantas cultivadas y el ciclo completo en plantas silvestres y de jardín en la mayoría de los casos. Bisset (1952).

5.7.4 Origen.

Jensen (1952), citado por Allen y Allen (1958), basándose en la morfología ramificada de los bacteroides sugirió que *Rhizobium* pudiera tener su origen en las corinebacterias, probablemente entre los organismos móviles y patógenos de las plantas.

Norris (1956), considera una evolución paralela entre las plantas y la bacteria proponiendo que la bacteria nodular de "Cowpea" asociada con leguminosas tropicales, representa el tipo ancestral.

Por otro lado, Graham (1963), esta en desacuerdo con la hipótesis de Norris, considerando para ello la velocidad de crecimiento de las cepas, ya que si éstas tuvieran el mismo origen, deberían mostrar alguna relación serológica, la cual no se ha encontrado. Un año después Graham (1964), propone la evolución de dos organismos diferentes del suelo con respecto a la simbiosis con las leguminosas. El primero una forma similar a *Agrobacterium radiobacter* ó *A. tumefaciens* como antecesor de los *Rhizobium* de rápido crecimiento como *R. meliloti*, permaneciendo obscuro el origen de los lentos.

5.7.5 Clasificación.

La base generalmente aceptada para la clasificación del género *Rhizobium* es la de grupos de inoculación cruzada, dicha agrupación se refiere sólo a la relación organismo-planta sin tomar en cuenta las características individuales de la bacteria.

Burton (1967), define como grupos 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 (leguminosas) 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. Por tal respuesta de inefectividad, se divide el grupo de leguminosas en pequeños subgrupos, lo cual tiene gran importancia en la selección de cepas para la inoculación. Burton (1967).

5.8 Interacción Leguminosa - *Rhizobium*.

5.8.1 Especificidad.

La asociación reviste un carácter específico, que se puede apreciar no solo en la habilidad para formar nódulos - sino también en la fijación de nitrógeno.

No todas las leguminosas nodulan, se ha reportado que - solo una tercera parte de las leguminosas Cesalpinoideas nodulan. Este es el grupo menos evolucionado entre las leguminosas.

Una gran proporción (87 - 100 %) de las papilionideas y mimosoideas (3 - 100 %) forman nódulos.

La mayor parte de las leguminosas de interés agrícola - nodulan, pero existen variedades no nodulantes y además no - todos los rizobios pueden nodular las leguminosas nodulantes

Un segundo nivel de especificidad se relaciona con la - capacidad de fijación y un tercer nivel de especificidad se relaciona con la cantidad de nitrógeno fijado por asociaciones relativamente efectivas.

Además de la efectividad, el microorganismo debe de tener habilidad para establecerse en el suelo y la rizosfera, competir con otras cepas autóctonas y probablemente menos -- efectivas y persistir por un largo tiempo. Puede suceder - que cepas que mostraron alta efectividad en el laboratorio - puedan fallar en el suelo, pues la bacteria introducida no se adapta a las condiciones físicas ó biológicas.

El grado de especificidad a conducido a la agrupación - de las leguminosas en razón de su capacidad de nodular efectivamente con un grupo de cepas de *Rhizobium*., la agrupación es equivalente a los grupos de inoculación cruzada. (Tabla 1)

Las leguminosas susceptibles de ser noduladas por una especie de rizobio constituyen un grupo de inoculación cruzada y una especie del género *Rhizobium* está conformada por un - grupo de cepas capaces de nodular un grupo de inoculación - cruzada. Este tipo de agrupación está ahora muy cuestionada por que raras veces hay intercambios mutuos entre cepas y leguminosas en nodulación y efectividad. DATE, R. A. (CIAT 19 76).

Se presenta el caso de rizobios que nodulan leguminosas fuera de su grupo de inoculación cruzada, el fenómeno se designa como "promiscuidad simbiótica" y constituye una objeción a la validez taxonómica de los grupos.

La capacidad del *Rhizobium* para infectar, nodular, fijar nitrógeno, depende de la planta, de las condiciones del suelo y de la interacción del microorganismo con la planta y el suelo.

5.8.2 Infección y desarrollo del nódulo.

La simbiosis *Rhizobium* - Leguminosa es un proceso complejo. El desarrollo de los nódulos sobre las raíces de la leguminosa es el resultado de una serie de procesos fisiológicos que requieren un alto grado de compatibilidad y coordinación entre la planta y la bacteria y que incluye las siguientes etapas: Estimulo radical y acumulación de la bacteria sobre la superficie de la raíz.

La rizosfera de las leguminosas contienen una variedad de compuestos exudados por la raíz que son un medio quimiotáctico diferencial y que pueden ser usados por los microorganismos. Entre los compuestos exudados hay aminoácidos, azúcares y enzimas y entre las vitaminas, la biotina que parece ser el factor de crecimiento más importante. También se han encontrado algunas Glicoproteínas como la trifolina-quimiotáctica. Así la rizosfera de la leguminosa estimula selectivamente al *Rhizobium* y su población puede llegar a ser 10 - 20 veces mayor que en el suelo. Es probable que el estímulo de los exudados de la raíz y la quimiotaxis di-

ferencial constituyan un primer factor de selectividad aunque no sea el único. Navarro (1982).

5.8.3 Preinfección.

La infección de las leguminosas por su correspondiente especie de *Rhizobium*, ocurre normalmente en los pelos radiculares ó en lesiones de otras células de la raíz.

Si la infección ocurre a través de los pelos radiculares, el primer signo parece ser el encrespamiento que aparece después de la infección y antes de que aparezca el hilo de la infección.

El ácido indolacético (Gibson 1976), producido por la bacteria unida al pelo radicular y formado por la oxidación microbiana del triptófano, parece ser uno de los responsables del encrespamiento del pelo. Hubbell y Bauer (1981), consideran también la función de las enzimas pectolíticas tales como pectinasas, hemicelulasas y células producidas por el *Rhizobium*.

5.8.4 Penetración y crecimiento del hilo de infección.

La infección ocurre por un proceso de invaginación, -- pues la bacteria penetra la pared celular e induce a la pared más interna de la célula o plasmolema, a crecer hacia adentro, iniciándose así el hilo de infección dentro del cual están las bacterias rodeadas de polisacáridos, en la llamada mesa zooglesal. (GIBSON. A.H. 1976).

La deformación de los pelos radiculares se asocia con la infección. La acción del ácido indolacético, formado por

el *Rhizobium* a partir del triptófano por descarboxilación y deaminación, promueve el hilo de infección hacia dentro con el núcleo en la punta. Si el núcleo no llega al punto inicial de penetración, el hilo no logra desarrollarse.

El crecimiento hacia el centro de la raíz puede suceder se con ramificación del hilo y estas se extienden a las células de la corteza. Los núcleos de estas células sufren cambios degenerativos, excepto por las células tetraploides. Durante años se consideró que existen células disomáticas en la corteza interior que eran centros de iniciación del nódulo. Evidencias más recientes, sugieren que el número múltiple de cromosomas observado en los nódulos es resultado de la infección e inducido por el ácido indolático y la citoquinina en el proceso de endo reduplicación.

Cuando el ápice del hilo se aproxima a la célula disomática puede estimular el control hormonal que hace dividir las células del perenquima cortical y sus vecinas de la endodermis y periciclo, para dar origen al nódulo. Las ramificaciones del hilo de infección penetran las células y descargan las bacterias en el citoplasma y se comienza a formar tejidos diferenciados, tales como haces vasculares que crecen de la raíz hacia los laterales del nódulo y el tejido meristemático es desplazado a la punta o a los laterales del nódulo. En la zona central las células están llenas de bacterias que toman la forma bacteroidal. Cada nódulo está asociado con una infección y sólo en raras ocasiones el nódulo contiene más de una cepa de bacterias. Los principales cambios observados son: desarrollo de la nitrogenasa, composición de citocromos, oxidasas y aparición de la leghemoglobina.

Cuando el nódulo está maduro, se pueden diferenciar cuatro tipos de tejido:

- a).- Corteza: Es una capa de parenquima que algunas veces contiene taninos y suberina.
- b).- Meristema: Su ubicación regula la forma y el tamaño del nódulo, que puede ser esférico, alargado o irregular. La forma es una característica de la planta huésped.
- c).- Sistema vascular: Se comunica con el sistema vascular de la raíz y transporta amonio y otros metabolitos a la planta.
- d).- Zona bacteroidal: Es la zona central infectada. La morfología de la bacteria tomada del nódulo varía con la especie de leguminosa, la edad y tamaño del nódulo y las condiciones de infección y crecimiento.

El número y el tamaño de los nódulos depende de la cepa infectante y de la especie hospedante, pero ni el número ni el tamaño de los nódulos tiene relación con la efectividad.

Parece existir un control en la leguminosa que permite el desarrollo del tejido nodular suficiente para llenar las exigencias de la planta. Si los nódulos son inefectivos, la planta produce mayor nodulación que cuando son efectivos. El control básico sobre la cantidad de tejido nodular (peso x número) es nutricional y si el suministro de nitrógeno es escaso conduce a mayor desarrollo nodular y si hay abundante suministro de nitrógeno se produce un retraso en el desarrollo del nódulo. Gibson. A.H. (1976).

Se han observado diferentes posiciones de los nódulos - respecto de la raíz principal. Si la nodulación se produce sobre la raíz principal y a un nivel de la primera raíz lateral, se llama nodulación en corona temprana, en tanto que la nodulación más baja y sobre las raíces laterales se asocia - con una nodulación tardía.

El tejido nodular tiene una vida finita y cuando comienza a perder actividad se forman nuevos nodulos o se regenera el nódulo con tejido nuevo.

La longevidad depende de la especie de la planta hospedante, la cepa de bacterias, la fisiología de la planta y - los parasitos del nódulo. La degeneración del tejido nodular se advierte por el cambio de color (de rojizo a pardo) debido al cambio del pigmento leghemoglobina a biliberdina y la superficie se arruga., la necrosis se inicia en el tejido bacteroidal y finalmente el nódulo se desprende de la raíz.

5.8.5 Etapas de la simbiosis y factores que la afectan.

1).- Multiplicación del Rhizobium en la rizosfera.

La primera etapa es la multiplicación del Rhizobium en la rizosfera de la planta. Ciertas cepas son capaces de multiplicarse mas rápidamente en la rizosfera que otras, y existen diferencias entre los exudados de las raíces de diferentes especies, que estimulan poblaciones diferentes de Rhizobium. En el caso de haber dos cepas de Rhizobium presentes en el suelo, de diferentes grados de eficiencias en su capacidad de fijar nitrógeno, la cepa mas eficiente podría ser - menos capaz de multiplicar en la rizosfera bajo condiciones de estrés (por ejemplo exceso de temperatura o acidez).

En el caso de existir estas condiciones habría más probabilidad de que los nódulos fueran formados por la cepa menos efectiva. En este caso la cepa menos efectiva es la más competitiva, pero puede existir la situación opuesta a esta, donde la cepa más efectiva también es más competitiva. Diferencias en la competitividad de las cepas también pueda resultar de diferencias entre cepas en su capacidad de infectar raíces aunque estén presentes en concentraciones iguales. (Gareth, 1981), (Hardarson, 1979).

ii).- Infección de las raíces por Rhizobium.

La segunda etapa es la infección de las raíces por el Rhizobium. Puede haber una población alta de Rhizobium en el suelo, pero algún factor de estrés puede limitar su habilidad de formar nódulos. Por ejemplo la toxicidad del aluminio afecta el desarrollo de las raíces y los pelos radiculares, limitando los sitios disponibles para la infección de las raíces por el Rhizobium. Las cepas de Rhizobium pueden ser tolerantes a altos niveles de Al, pero si la planta no es tolerante, no habrá condiciones para la formación de los nódulos.

iii).- Fijación de N_2 en los nódulos.

La tercera etapa es la capacidad de los nódulos de fijar N_2 una vez formados. La función eficiente de los nódulos depende de la capacidad genética de la cepa de Rhizobium de fijar N_2 y su compatibilidad con la especie de leguminosa.

Bajo condiciones óptimas las cepas Rhizobium que nodulan con una determinada leguminosa varía en su eficiencia.

Bajo condiciones de estrés una proporción aún menor es capaz de fijar N_2 .

Algunas cepas pueden tener un efecto negativo sobre el rendimiento de nitrógeno de la planta, porque la formación de los nódulos requiere de energía, y cuando los nódulos no fijan N_2 la planta nodulada crece menos que una planta no nodulada debido a esta pérdida de energía. Es decir, en este caso el Rhizobium funciona como un parásito de la planta.

iv).- Degradación de los nódulos.

La cuarta etapa de la simbiosis es la degradación de los nódulos y la existencia del Rhizobium en forma libre en el suelo como parte de la flora (microflora) heterotrófica, utilizando la materia orgánica del suelo como fuente de energía y nutrientes.

La mayoría de las cepas de Rhizobium no son capaces de fijar N_2 fuera del nódulo y tienen que competir con otros microorganismos del suelo para obtener en N mineral (NO_3^- ó NH_4^+), necesario para su crecimiento.

Los nódulos de leguminosas anuales mueren después de la floración y formación de las vainas. Los nódulos de plantas perenes pueden ser perenes como es el caso de los nódulos de algunos árboles del bosque húmedo tropical, cuyos nódulos son grandes y a veces ramificados, y muchas veces forman una corteza con lenticelas parecidas a las del tronco del árbol.

Los nódulos de otras plantas perenes que habitan ecosistemas con grandes cambios estacionales, muchas veces mueren al final de la época de crecimiento y se forman nuevamente al inicio de la próxima época de crecimiento.

Los nódulos también pueden morir durante la fase de crecimiento de la planta debido a factores ambientales, como la defoliación, el marchitamiento de la planta o la deficiencia de algún nutriente. Witeman (1970). Es probable que las células de *Rhizobium* en forma de bacteroide (Forma del *Rhizobium* dentro del nódulo que contiene enzima nitrogenasa) no sean viables, es decir no sean capaces de revertir para la forma de crecimiento libre. Probablemente las células que crecen desde un nódulo muerto provienen de un hilo de infección del nódulo donde todavía no se han formado los bacteroides. Paaui (1980). Sin embargo, es posible que existan diferencias entre las leguminosas en este respecto.

Cuando son liberadas al suelo las cepas de *Rhizobium* deben sobrevivir hasta que se encuentren nuevamente las raíces de la planta hospedante. En esta fase el *Rhizobium* es muy susceptible a las condiciones ambientales por que no es capaz de formar esporas ni otras estructuras para su sobrevivencia.

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

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

VI MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

Este trabajo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., 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° - 53' latitud norte y 100° 03' longitud oeste, a una altitud de 367.5 metros sobre el nivel del mar.

La temperatura promedio de la región es de 22.5° C., - con una media anual máxima de 29.02° C., y mínima de 15.96° C. La precipitación pluvial es de 400 - 500 mm. anuales. Estos promedios son de 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 Koppen, modificada por García (1973).

Los datos específicos de precipitación y temperatura durante el ciclo del cultivo se muestran en los cuadros 17 y 18.

Características agronómicas de la variedad

Canario 101.

- a).- La planta es de tipo mata (crecimiento 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 manchas redondas de la hoja (Septoria).
Es tolerante al "mosaico".
Es tolerante a las pudriciones de la raíz causadas por hongos, principalmente Rhizoctonia sp y Fusarium spp.
- f).- Brinda un rendimiento de 1500 a 2000 Kg / Ha., bajo riego ó buen temporal. En condiciones de temporal de Zacatecas, Durango y Chihuahua produce de 500 a 700 Kg /Ha.
- g).- El método de obtención de esta variedad fué por selección individual. Genealogía: Canario 101 - Mich 68.

Se recomienda "sembrar en húmedo" depositando la semilla a 8 cm. de profundidad.

Es necesario sembrar en terreno bien preparado, barbechar a 25 cm. de profundidad, rastrear para romper terrones y nivelar para proporcionar riegos parejos y evitar encharcamientos ya que el estancamiento de agua en las partes bajas "ahoga" las plantas o se tornan cloróticas.

Bajo riego esta variedad se recomienda sembrarla con una densidad de 60 - 70 Kg / Ha, colocando 20 semillas por metro en surcos espaciados a 60 cm.

Es necesario mantener el cultivo libre de malezas para evitar la competencia por nutrientes, luz y humedad.

Los deshierbes pueden hacerse manuales, 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 realizarse cuando la planta no se ha secado completamente, ya que si se cosecha cuando esto ocurre se tienen pérdidas de grano por desgranados en el campo o bien por daños mecánicos durante la trilla.

Al encostalar la semilla, ésta debe tener una humedad del 12 % aproximadamente, con esto se evita 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	8.4	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			

Descripción del diseño experimental y tratamientos.

Se utilizó un diseño experimental Bloque Completo al Azar, con 6 tratamientos en 4 repeticiones, ésto generó 24 unidades experimentales de $63m^2$.

Cada una de estas unidades experimentales fué integrada por 7 surcos de 10 m. de largo, con una distancia de 90 cm. entre surcos y un surco de separación entre los tratamientos.

Como parcela útil se tomaron (muestrearon) solo 15 plantas, estas fueron sacadas al azar.

El modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Es la variable bajo estudio.
 μ = Es la medida verdadera general.
 T_{ij} = Es el efecto verdadero del i-ésimo tratamiento.
 β_{ij} = 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 heterogeneidad en las observaciones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>CEPA</u>
1	FM - 138
2	FAHQL - 8
3	Co Qo

4	425
5	428
6	Testigo

nota: Las cepas fueron obtenidas de fertimex en la Cd. de México.

Preparación del terreno.

El suelo se preparó un mes antes de la siembra, esta preparación constó de un barbecho de 25 - 30 cm. de profundidad. También se dió un paso de rastra; observandose que la cama de siembra no quedó en buenas condiciones, se procedio a dar otro paso de rastra en forma cruzada al primer paso realizado.

Inoculación.

Un buen inoculante ó una inoculación eficiente tiene -- las siguientes características:

- 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 inocularse según las indicaciones del envase.
- e).- Nunca debe inocularse más semilla de la que pueda sembrarse en un día.

- f).- La semilla sembrada ó el inoculante no deben exponerse al sol.
- g).- No debe usarse después que la fecha de caducidad se ha vencido.
- h).- El producto, debe transportarse y almacenarse en condi ciones de baja humedad y temperatura antes de usarse.
- i).- Las bolsas, envases ó recipientes en donde venga el - producto no deben estar rotos o deteriorados. Robles - (1981).

Tomando en cuenta las recomendaciones antes menciona - das, la inoculación de la semilla se realizó el día 15 de A gosto, día que se realizó la siembra.

El método de inoculación utilizado en éste trabajo fué el de " imbibición", esta práctica fué realizada en el labo - ratorio de suelos con la finalidad de proteger la bacteria y no fuera dañada por los rayos solares ya que de ocurrir - ésto, la bacteria pierde viabilidad.

La dosis de inoculación utilizada en este trabajo fué de 1 gramo de la cepa por 1 litro de agua por 1.2 Kg. de se - milla más goma arábica que sirvió para adherir la bacteria.

Siembra

La siembra se realizó el 15 de Agosto de 1984, ésta se efectuó a "tierra venida" depositando dos ó tres semillas por punto cada 5 cm. en la costilla del surco y surcos sepa - rados a 90 cm. Posteriormente una vez que la semilla germi - nó se dió un aclareo con el fin de dejar una distancia en - tre plantas de 10 cm.

La razón por la cual se sembró depositando 2 ó 3 semi-

llas por punto a 5 cm. fué debido a que la semilla utilizada estaba un poco deteriorada y de esta forma evitamos fallas en la densidad de población, así fué posible dejar una distancia entre plantas de 10 cm.

Labores de Cultivo

Con el propósito de mantener el cultivo libre de malezas, se realizó el primer deshierbe el 19 de Septiembre de 1984, observandose que las principales malezas eran zacates y quelites.

El segundo deshierbe se realizó el 9 de Octubre.

El tercer deshierbe se realizó el 18 de Octubre.

El cuarto y último deshierbe se realizó el 1^o de Noviembre.

Todos los deshierbes fueron realizados a mano y con azadón, esto con el fin de juntar toda la maleza y sacarla del lote experimental para evitar dificultades al regar el mismo.

Riegos

Se dió un riego de presiembra (riego de asiento) el día 8 de Agosto de 1984, éste con el fin de que el suelo tuviera un buen contenido de humedad y no existiera un desequilibrio osmótico entre el suelo y la semilla, ya que ésta debido a la práctica de inoculación se encontraba húmeda; también este riego sirvió para tener una germinación más uniforme y vigorosa.

El 1^{er} riego de auxilio se efectuó el 24 de Agosto.

El 2^o se realizó el día 25 de Septiembre.

El 3^{er} riego se realizó el 18 de Octubre.

Nota: El 18 de Septiembre se realizó una aplicación de Fe - (quelatos) para solucionar un problema de clorosis causada por la deficiencia de este elemento.

Cosecha

La cosecha se realizó el día 19 de Noviembre de 1984.

Se tomarón 15 plantas al azar de la parcela útil, se e tiquetaron correctamente c/u de las plantas muestreadas iden tificandose con número de tratamiento y número de bloque ó repetición, ésto claramente escrito en la bolsa en la que - se depositó c/planta.

Nota:

Fué necesario meter las plantas cosechadas en el cuar- to de secado de la Facultad debido a que aún tenían un alto grado de humedad lo que daría un dato falso al momento de - pesarlas para su evaluación.

De estas plantas cosechadas se midieron las siguientes características:

- Peso de la planta (gr.).
- No. de granos por planta.
- No. de vainas por planta.
- No. de granos por vaina.
- Peso de la vaina (gr.).
- Rendimiento de los granos (gr.).
- Altura de la planta (cm.).
- Nitrógeno de la parte aérea.

VII 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 varianzas y su respectiva prueba de comparación de medias (tukey) para las variables que resulten significativas.

Peso de la planta

Con respecto a esta variable el tratamiento que mostró un mayor incremento en peso fué la cepa 425 que correspondió al tratamiento 4 con un peso de 16.5275 gr./planta, siendo la de menor rendimiento la cepa FAHQL-8 que correspondió al tratamiento 2 con un peso de 12.565 gr/planta. (Cuadro 1).

El análisis de varianza correspondiente a dicha variable se reporta en el cuadro "2" en el cual los tratamientos no presentan diferencia significativa.

Número de granos por planta.

Por lo que respecta a esta característica agronómica - el tratamiento más sobresaliente fué el 4 que le correspondió la cepa 425 con un total de 23.83 granos/planta y el -- tratamiento que mostró menor número de granos/planta fué el 2 que se le asignó a la cepa FAHQL-8 con un total de 17.615 granos/planta. (Cuadro 3).

El análisis de varianza que se realizó cuadro "4" no reportó significancia entre los tratamientos evaluados.

Número de vainas por planta

De acuerdo a esta característica se encontró que la cepa 425 (tratamiento 4) fué la que obtuvo el mayor número de vainas con un total de 8.115. La cepa que reportó el más bajo número de vainas fué la FAHQL-8 (tratamiento 2) con un número de 6.6125. (Cuadro 5).

El análisis de varianza que se realizó cuadro 6 reportó que los tratamientos no presentaron diferencia significativa.

Número de granos por vaina

El análisis de varianza que se realizó para esta variable (Cuadro 8), mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos.

Los resultados de la prueba de comparación de medias - (Tukey). Cuadro 8-A, reportan dos grupos de medias. En el grupo superior el tratamiento 6 correspondiente al testigo obtuvo el valor mas alto para esta variable con 3.03 granos/vaina y el tratamiento "1" correspondiente a la cepa FM-138 obtuvo un valor de 2.74 granos/vaina para ocupar el ultimo sitio de este grupo de medias, el tratamiento "3" que correspondió a la cepa CoQo obtuvo el valor mas bajo del total - de los tratamientos con un total de 2.53 granos/vaina.

Peso de la vaina

De acuerdo a esta característica se encontró que el tratamiento "4" que se le asignó a la cepa 425 reportó el -

mayor peso de vainas con un total de 10.8575 gr/vaina.

El tratamiento que obtuvo el menor peso fué el "2" que le correspondió la cepa FAHQL-8 con un total de 8.305 gr./vaina. (Cuadro 9).

El análisis de varianza correspondiente a dicha variable se reporta en el "Cuadro 10" en el cual los tratamientos no reportan diferencia significativa.

Rendimiento en grano

En cuanto a esta característica agronómica el tratamiento que obtuvo el mayor peso en grano fué el "4" (Cepa 425) con un total de 840.27Kg/Ha., obteniendo el menor rendimiento el tratamiento "3" (Cepa CoQo) con un total de 637.695 Kg/Ha. (Cuadro 11).

El análisis de varianza que se realizó (Cuadro 12), reportó en cuanto a esta característica que no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

Altura de planta

En cuanto a esta variable estudiada el tratamiento que obtuvo la mayor altura de plantas fué el "4" que le correspondió a la cepa 425 con una altura de 29.6225 cm. El tratamiento que obtuvo la menor altura de planta fué el "3" que le correspondió a la cepa CoQo con una altura de 26.2475 cm. (Cuadro 13).

El análisis de varianza realizado para esta variable no reportó diferencia significativa entre tratamientos. (Cuadro

14).

Porcentaje de nitrógeno

Refeiriendose a esta variable el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de nitrógeno fué el "6" (Testigo) con un total de 6.2825 %. El tratamiento con menor porcentaje de nitrógeno fue el "1" que se le asignó a la cepa FM-138 con un total de 4.998 % de nitrógeno. (Cuadro 15).

El análisis de varianza que se realizó (Cuadro 16), reporta que los tratamientos no difirereren significativamente.

VIII DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente - trabajo de investigación y tomando como referencia los datos proporcionados por SARH en cuanto a la producción de frijol en el Estado de Nuevo León, la cual fué de 728 Kg / Ha. en promedio bajo condiciones de riego en el año de 1984.

En el presente trabajo se obtuvo una producción promedio de 840 Kg / Ha., estos resultados podrian ser satisfactorios en un sistema de producción bajo riego en forma tradicional, sin embargo se esperaba un mayor rendimiento debido al uso del inoculante, lo cual no fué así y esto se puede atribuir a diferentes factores, tanto bióticos como abióticos:

Condiciones climáticas.- Debido a que las cepas evaluadas fueron obtenidas en Fertimex (Cd. de México) donde dichas condiciones son diferentes a las imperantes en la localidad de evaluación de este trabajo. Dichas condiciones climáticas pudieron ser determinantes ya que algunos como Galetti, et al (1971) realizaron trabajos en forma repetitiva y llegaron a la conclusión que temperaturas superiores a los 33°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 ambientales superiores a los 33°C., ésto hace suponer que las temperaturas en el suelo fueron superiores a éstas como se muestra en el cuadro " 17 ".

Cóndiciones edáficas.- En cuanto al PH, éste se encontraba en un rango óptimo para llevarse a cabo el proceso de

fijación, por lo que respecta a microelementos del suelo, se efectuó un análisis del mismo con el fin de saber cuáles o cuáles estaban o no presentes en el suelo, en donde se encontraron presentes algunos como Cu, Mn, mientras que no se encontraron microelementos tales como Fe y Co, los cuales revisten mucha importancia para un adecuado proceso de fijación biológica. La ausencia de Fe fue manifestada por el cultivo mediante una clorosis la cual fue contrarestanda mediante una aplicación de este microelemento en forma de quelatos, por lo que esta situación hace suponer que fue uno de los factores importantes para que no se llevara a cabo un adecuado proceso de fijación.

Con lo que respecta a la textura del suelo y contenido de materia orgánica del mismo, los cuales son factores determinantes para que se lleve a cabo el proceso de fijación se puede decir que el tipo de textura del suelo donde se realizó este es del tipo arcilloso lo cual trae como consecuencia la disminución del espacio poroso y por consiguiente poca aireación del mismo, esto hace que la cepa no se multiplicara en forma adecuada y no diera lugar a la formación de nódulos, si a esto se le agrega el bajo contenido de materia orgánica que presentaba el suelo, repercute aun más negativamente en el proceso.

IX CONCLUSIONES

Considerando los resultados y relacionandolos con los objetivos é hipótesis planteadas en el presente trabajo se formulan las siguientes conclusiones:

1).- Cual es la mejor cepa con respecto al rendimiento.

En cuanto a esta característica agronómica el tratamiento que obtuvo el mayor peso en grano (Rendimiento) fué el "4" (Cepa 425) con un total de "840.27 Kg / Ha." Obteniendo el menor rendimiento el tratamiento "3" (Cepa CoQo) con un total de "637.69 Kg / Ha.

En base a esto podemos concluir que aunque no hubo diferencia significativa en el análisis de varianza si se puede observar una superioridad en la producción de la cepa 425 probablemente ésto es debido a que su adaptación fue mayor que las demas cepas. Otra de las causas que se le puede -- atribuir a la falta de significancia es debido al rango que muestra el "Coeficiente de Variacion". (alto).

2).- Ganancia total de nitrógeno.

Referente a este objetivo podemos concluir que si hubo una ganancia en cuanto al nitrógeno fijado, ésto demuestra -- que si hubo efecto de cepa, observandose que el tratamiento "4" (Cepa 425) produjo una ganancia mayor de nitrógeno fijado con un total de 11.626 Kg / Ha. , mientras que el menor -- le corresponde al tratamiento "3" (Cepa CoQo) con un total -- de 6.437 Kg / Ha.

3).- Disponibilidad de nitrógeno por ciclo de cultivo.

Respecto a este objetivo y tomando en cuenta que del nitrógeno fijado el 2 % se libera y queda disponible para el - siguiente ciclo de cultivo, por lo tanto se puede concluir - que el tratamiento "4" que le corresponde la cepa 425 es el que muestra la mayor cantidad de nitrógeno disponible para - el siguiente ciclo (232.53 gr. / Ha.), mientras que el menor le correspondió al tratamiento "3" (Cepa CoQo) con un total de 128.73 gr. / Ha.

Como se puede observar que aunque la disponibilidad de nitrógeno fue pequeña por ciclo de cultivo, ésta es un índice de que las cepas utilizadas responden favorablemente aunque en forma mínima al proceso de "fijación biológica de nitrógeno" bajo las condiciones del área de trabajo que se utilizó.

X RECOMENDACIONES

- 1).- Evaluar otras cepas diferentes a las de este trabajo - buscando una mejor adaptación.
- 2).- Realizar muestreos de suelo para observar si existen - bacterias nativas que afecten la efectividad de las cepas a probar.
- 3).- Continuar realizando este trabajo durante varios años - en los dos ciclos (temprano y tardío) en diferentes localidades y variedades para observar el comportamiento de las cepas.
- 4).- Se recomienda probar diferentes metodologías de inoculación para observar cual es la más adecuada.

XI 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 Nuevo León, en el ciclo tardío del año de 1984 bajo condiciones de riego.

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- 1).- Cuál es la mejor cepa con respecto al rendimiento?
- 2).- Ganancia total de nitrógeno.
- 3).- Disponibilidad de nitrógeno por ciclo de cultivo.

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

Existe diferencia entre las cepas de Rhizobium phaseoli para frijol, en cuanto al peso de la planta, número de granos por planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de la vaina (gr.), peso de los granos (gr.), altura de la planta (cm.) y nitrógeno de la parte aérea.

Las variables estudiadas fueron las siguientes:

- 1.- Peso de la planta.(gr.)
- 2.- Número de granos por planta.
- 3.- Número de vainas por planta.
- 4.- Número de granos por vaina.
- 5.- Peso de la vaina (gr.).
- 6.- Peso de los granos "Rendimiento" (gr.)
- 7.- Altura de la planta. (cm.).

8.- Nitrógeno de la parte aérea.

El diseño experimental empleado fué un "Bloques Completamente al Azar", con 6 tratamientos (5 cepas y el testigo) en 4 repeticiones.

El material utilizado fué:

1.- Cinco diferentes cepas del genero Rhizobium.

<u>Tratamiento</u>	<u>Cepa</u>
1	FM - 138
2	FAHQL - 8
3	Co Qo
4	425
5	428
6	Testigo.

2.- Frijol, variedad canario 101.

3.- Aperos de labranza necesarios.

Una vez evaluadas las variables, se observó que no hubo diferencia significativa en éstas, exep^to la variable -- "Número de granos por vaina", pese a que las demás no se -- mostraron significativas se observó el efecto de la cepa me^diante el rendimiento, aunque se esperaba que éste fuera -- más alto, esto debido al uso del inoculante, las causas pro^bables de la baja efectividad de éste, se atribuye a facto^res tales como las condiciones climáticas y edáficas las -- cuales dieron como consecuencia una adaptación pobre.

XII BIBLIOGRAFIA

- 1.- Allen E, K. and Allen O,N. 1958. Biological aspects of simbiotic nitrogen fixation. Eneyclop plant -
physiol. 8:48-118. Ed. W. Rohland Springe. Ver -
lang, Berlín.
- 2.- Allar R,W. 1975. Principios de la mejora genética de -
las plantas. Ed. Omega, S.A. Casanova 220. Barcelo
na ,España.
- 3.- Baver W,D. 1981. Infección de legumes by Rhizobia Ann
Rev. Plant Physiol.
- 4.- Bergersen F,J. 1957. Some features of the forms of Rhi
zobium found withing the hase cells of legume root
nodules.2 nd Aust Conference Soil.
- 5.- Bisset K,A. 1952. Complete and reduced life cycles in -
Rhizobium J. Gen. Microbiol. pp. 233 - 242.
- 6.- Bergey S. 1957. Manual of determinate bacteriology 7
th ed. the Williams and Wilkins Co. Baltimore.
- 7.- Bresani R. 1965. Maíz, frijol y arroz, su valor nutriti
vo y formas de mejorarlos. XI Reunión anual del --
programa cooperativo Centroamericano para el mejo
ramiento de cultivos alimenticios. Panama 1 - 7.
- 8.- Bresani R. 1967. Efecto de la fertilización sobre el --
contenido de proteína y valor nutritivo del frijol
XII. Reunión anual del programa cooperativo Centro
americano para elmejoramiento de cultivos alimen
ticios. Costa Rica.
- 9.- Brill J,W. 1977. Biological nitrogen fixation Scienti-

fic American.

- 10.- Buckman H,O. y N.C. Brady. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Ed. Tonsa. Barcelona, España.
- 11.- Bueno J,J.E. 1981. Efecto de tres inoculantes y sus interacciones con niveles de nitrógeno y fosforo sobre el rendimiento y contenido de proteína en soya (Glycine max L.). Tesis de M.C. Colegio de Post - graduados Chapingo, México.
- 12.- Burrows, S. 1974. Tratado de microbiología 2^a edición Ed. Interamericana, México.
- 13.- Burton J,C. 1967. Rhizobium culture and use in microbial technology. Ed. H.J. Peper Reinohold Puldishing Corporation N.Y. pp. 1-33.
- 14.- Bushabay H,V.A. y Marshall K.C. 1977. Some factors afecting. The survival of root nodule bacteria on desiccation soil biol. Biochem. pp. 143-147.
- 15.- 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.
- 16.- Carranza G,J.E. 1984. Inoculación de 17 cepas de Rhizobium phaseoli en tres variedades de frijol (Phaseoli vulgaris L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Facultad de Agronomía UANL. Máx
- 17.- Cronquist, A. 1977. Introducción a la botanica. 2^a ed Ed. Cecsa. México.
- 18.- Ciat s,f. Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) Guia de estudio. Colombia.

- 19.- Ciat s,f. Interpretación de la metodología utilizada para la descripción de variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Cali, Colombia.
- 20.- Cuautle F, M.E. 1979. Efecto de la fertilización, fumigación del suelo é inoculación con Rhizobium, sobre la nodulación, contenido de nitrógeno y rendimiento de frijol. (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- 21.- Date R,A. 1976. Especificidad en la simbiosis Rhizobium - leguminosa. VIII Reunión latinoamericana sobre Rhizobium. Ed. PH. Graham y J. Halliday. CIAT.
- 22.- Dawson C,R. 1970. Potencial for increasing protein production by legume inoculation. Plant Soil.
- 23.- Gibson A,H. Rhizobium, legumes and thier symbiosis . Curso intensivo sobre fixacao de Nitrógeno nos tropicos. Embrapa - Universidad du federal rural do Rio de Janeiro, Brasil.
- 24.- Graham P,H. 1963. Antigenic afinietes of the root nodule bacteria. Antone van Leeuwenhoek.
- 25.- Graham P,H. 1964. The aplication of computer thechniques to the taxonomy of root nodule bacteria of legume. J. Gen Microbiol.
- 26.- Jensen H,L. 1942. Nitrogen fixation in leguminous plants. I. General characters of root nodule bacteria isolated from species of Medicago and trifolium in Australia. Proc. Linn. Soc. N.S.W.
- 27.- Lepis I,R. y M.A.Crispin. 1973. El cultivo del frijol

- en México. Folleto de divulgación # 47. INIA. SAG.
- 28.- López A,E. 1982. Generación en tecnología de producción y evaluación de cepas de Rhizobium phaseoli y Rhizobium japonicum por su efecto en la producción de grano y economía de nitrógeno en los cultivos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y soya (Glycine max L.) en la mixteca poblana. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- 29.- Iaque, E. 1981. Estudio de la eventual interacción Rhizobium - Lecitina de Pisum sativum. Tesis de Magister. Dpto de Qca. U.N.C. Bogota Colombia.
- 30.- Mateo B, J.M ^a 1961. Leguminosas de grano. 1 ^a ed. Ed Salvat S.A. Barcelona, España.
- 31.- Meyer S,B. ; D.B. Anderson y R.H. Bohning. Introducción a la fisiología vegetal. 2 ^a ed. EUDEBA. Argentina.
- 32.- Miranda C,S. 1959. Estudio biosistemático para definir el fenomeno de infiltración genética entre Phaseolus coccinerus L. y Phaseolus vulgaris L. Tesis - profesional. ENA. Chapingo, México.
- 33.- Miranda C,S. 1966. Mejoramiento genético del frijol en México. In: Robles S.R. 1979. Producción de granos y forrajes. 2 ^a ed. Ed. Limusa. México.
- 34.- Miranda C,S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. Agrociencia. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México.
- 35.- Miranda C,S. 1971. Cruzamiento natural en frijol. Agricultura técnica en México. INIA. SAG. México.

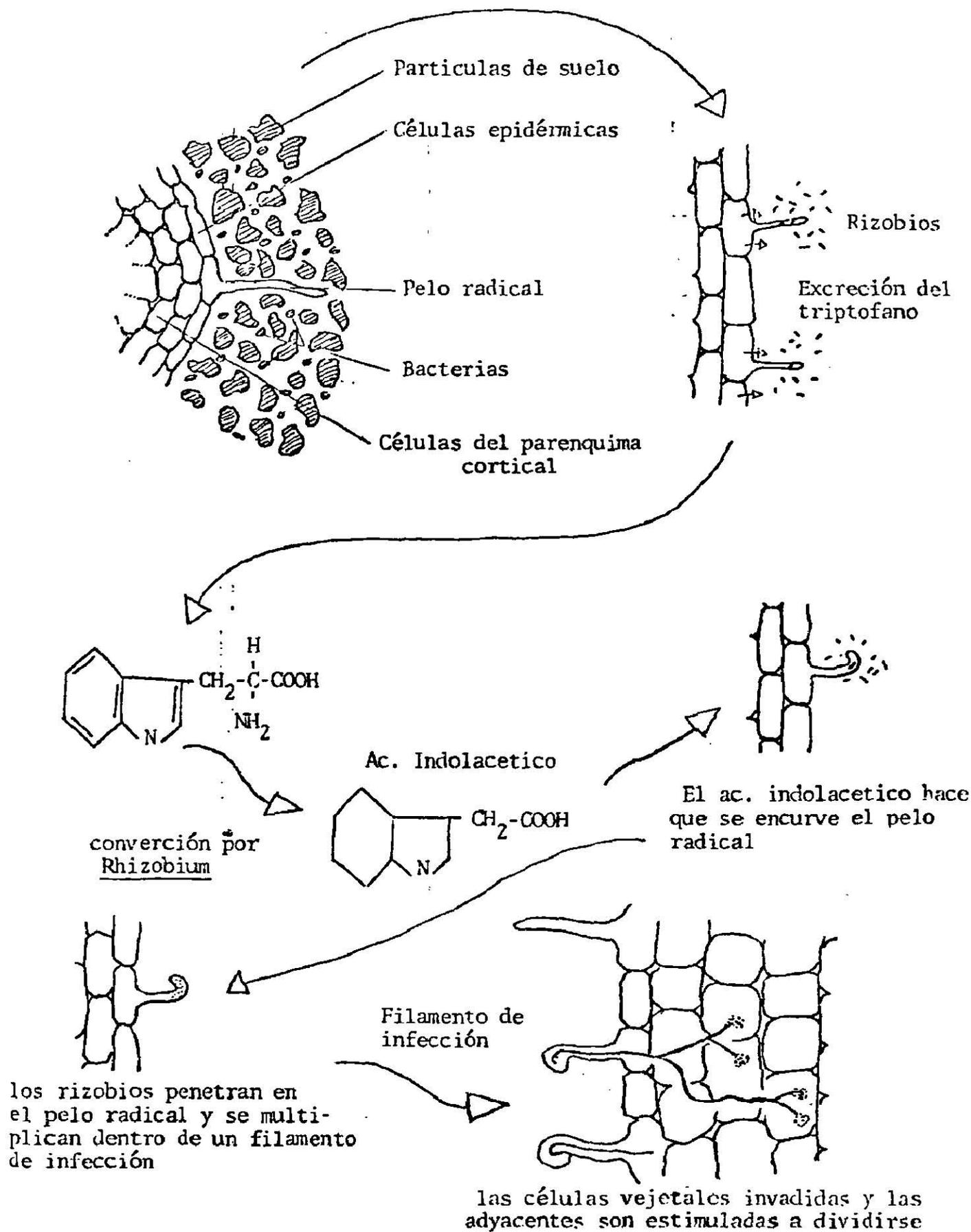
- 36.- Norris D,O. 1956. Legumes and Rhizobium symbiosis. Emp J. Exp. Agric. 24 : 247 - 270.
- 37.- Paau A,S. , Bloch C.B. y Brill W.J. 1980. Developmental fate of Rhizobium meliloti bacteroids in alfalfa nodules. J. bact. 143; 1480-1490.
- 38.- Perez T,H. 1980. Algunos aspectos biológicos de la asociación simbiótica P. vulgaris L. - R. phaseoli Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- 39.- Robles S,R. 1981. Producción de granos y forrajes. 2^a ed. Ed. Limusa, México. pp. 541-556.
- 40.- Rojas G,M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. 1^a ed. Ed. Mc Graw - Hill. México.
- 41.- Romero V,L. y Elizondo T,E. 1985. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Marín N,L. Tesis profesional. Facultad de Agronomía U.A.N.L. México.
- 42.- Salle A,J. 1965. Bacteriología 2^a ed. Ed. Gustavo Gil. Barcelona, España. pp. 679-724.
- 43.- SARH. 1981. Guia para siembras de tardío en el nte de Tamaulipas. Guia tecnica # 1.

XIII APENDICE

Tabla 1.- Grupo de inoculación cruzada de asociaciones de
Rhizobium - Leguminosas.

Grupo de Inoculación cruzada.	Especies de Rhizobium.	Genero Hospedero.	Leguminosas Incluidas.
Alfalfa	<u>R. meliloti</u>	<u>Medicago</u>	Alfalfa
		<u>Melilotus</u>	Trebol dulce
		<u>Triagonella</u>	Fenogreco
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>	Chicaros dulces
		<u>Lens</u>	Lenteja
Frijoles	<u>R. phaseoli</u>	<u>Phaseolus</u>	Frijoles
Lapino	<u>R. lupini</u>	<u>Lupinus</u>	Lupinos
		<u>Ornithopus</u>	Serradella
Soya	<u>R. japonicum</u>	<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

Fig 4. Penetración del Rhizobium en el interior de un pelo radical de una leguminosa.



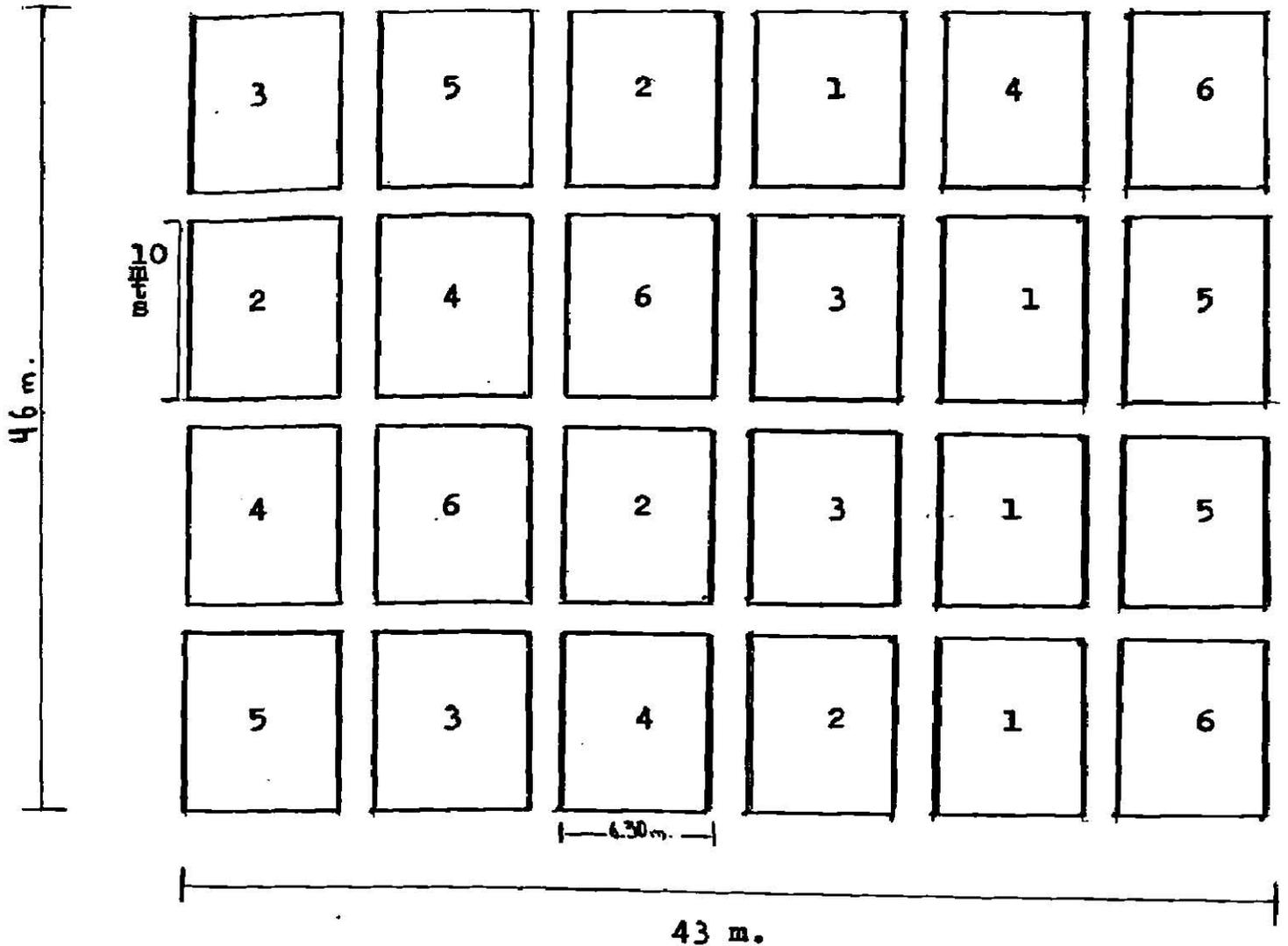
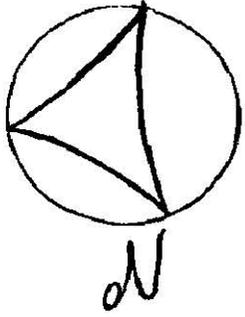


Fig 5.- Distribución al azar de los tratamientos en el campo.
 Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol.
 Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Cuadro 1.- 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				\bar{X} gr. / p.
	I	II	III	IV	
1.- FM - 138	16.38	14.27	18.06	9.6	14.5775
2.- FAHQL - 8	15.49	13.08	12.88	8.81	12.565
3.- Co Qo	16.73	16.58	13.26	6.13	13.175
4.- 425	25.61	14.70	11.46	14.34	16.5275
5.- 428	18.87	17.68	14.53	8.79	14.9675
6.- Testigo	12.36	16.03	13.04	12.58	13.5025
					14.219167

Cuadro 2.- 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.	F. teórica	
					0.05	0.01
Media	1	4852.4328				
Tratamientos	5	41.4279	8.28558	.875 _{n.s.}	2.29	4.56
Bloques	3	181.1613	60.3871	6.38 ₊₊	3.29	5.42
Error	15	141.9718	9.46478			
Total	24	5216.9938				

+ Significativo.

++ Altamente significativo.

n.s. No significativo.

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

$$= \sqrt{\frac{9.4647867}{14.219167}} \times 100$$

$$= \underline{21.63 \%}$$

Cuadro 3.- Concentración de datos para número de granos por planta. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phase oli en frijol. Marín.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				\bar{X}
	I	II	III	IV	# granos/p.
1.- FM - 138	19.26	25.73	25.64	12.2	20.7075
2.- FAHQL - 8	24.6	21.2	15.06	9.6	17.615
3.- Co Qo	20.46	27.46	16.73	7.26	17.9775
4.- 425	32.06	25.33	20.13	17.8	23.83
5.- 428	32.53	26.13	18.81	11.6	22.2675
6.- Testigo	17.66	28.53	26.86	12.4	21.3625

20.626

Cuadro 4.- Análisis de varianza para número de granos por - planta. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phase oli en frijol. Marín N.L. Ciclo tardío 1984.

F.V	G.l	S.C	C.M	Fcal.	F.teórica	
					0.05	0.01
Media	1	10090.1				
Tratamientos	5	115.834	23.1668	1.27 _{ns}	2.90	4.56
Bloque	3	710.0414	236.68048	12.98 _{tt}	3.29	5.42
Error	15	273.3329	18.22219			
Total	24	11189.30				

+ Significativo .

++ Altamente significativo.

n.s. No significativo.

$$\begin{aligned}
 C.V &= \sqrt{\frac{CME}{\bar{X}}} \times 100 \\
 &= \sqrt{\frac{18.222198}{20.626}} \times 100 \\
 &= 20.69 \%
 \end{aligned}$$

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

Tratamiento	Repeticiones				# de vainas
	I	II	III	IV	
1.- FM - 138	7.46	8.93	9.71	4.66	7.69
2.- FAHQL - 8	9.06	8	5.33	4.06	6.6125
3.- Co Qo	8.33	10.33	6.8	3.13	7.1475
4.- 425	10.8	8.93	7	5.73	8.115
5.- 428	11.66	9.13	7.54	4.06	8.0975
6.- Testigo	6.13	9.53	7.33	4.86	6.9625
					7.4375

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

F.V.	G.l	S.C	C.M	F cal.	F. teórica	
					0.05	0.01
Media	1	1327.5938				
Tratamientos	5	7.7948	1.55896	0.767 _{ns}	2.90	4.56
Bloque	3	85.2679	28.42263	13.99 ₊₊	3.29	5.42
Error	15	30.4623	2.03082			
Total	24	1451.1188				

+ Significativo

++ Altamente significativo.

n.s No significativo.

$$C.V = \sqrt{\frac{CME}{\bar{X}}} \times 100 = \sqrt{\frac{2.03082}{7.4375}} \times 100 = \boxed{19.16\%}$$

Cuadro 7.- 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 - 138	2.6	3.06	2.71	2.6	2.7425
2.- FAHQL - 8	2.8	2.66	3	2.6	2.765
3.- Co Qo	2.53	2.66	2.53	2.4	2.53
4.- 425	3	2.8	2.9	3.33	3
5.- 428	2.86	2.93	2.72	3	2.8775
6.- Testigo	2.8	3.06	3.26	3	3.03

2.8241

Cuadro 8.- 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 cal.	F ^{teórica}	
					0.05	0.01
Media	1	191.59150				
Trat's	5	0.7020708	0.1404141	6.07++	2.90	4.56
Bloques	3	0.0345458	0.0115152	0.498+	3.29	5.42
Error	15	0.3466792	0.0231119			
Total	24	192.6748				

+ Significativo.

++ Altamente significativo.

n.s No significativo.

$$C.V = \sqrt{\frac{CME}{\bar{X}}} \times 100 = 5.38 \%$$

Cuadro 9.- Concentración de datos para peso de la vaina con grano (gr / vaina con grano). Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				\bar{x} gr./vaina con grano
	I	II	III	IV	
1.- FM - 138	10.80	10.59	7.2	4.84	8.3575
2.- FAHQL - 8	11.04	9.27	7.81	5.1	8.305
3.- Co Qo	10.04	12.74	7.98	3.36	8.53
4.- 425	16.76	10.64	7.80	8.23	10.8575
5.- 428	14.11	11.97	8.14	5.54	9.94
6.- Testigo	8.40	11.94	9.62	6.57	9.1325
					9.1870

Cuadro 10.- Análisis de varianza para peso de la vaina 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 cal.	F teórica	
					0.05	0.01
Media	1	2025.66				
Trat's	5	21.032775	4.206555	1.26ns	2.90	4.56
Bloque	3	151.03952	50.34650	15.08++	3.29	5.42
Error	15	50.058405	3.337227			
Total	24	2247.7907				

+ Significativo.

++ Altamente significativo.

n.s No significativo.

$$C.V = \sqrt{\frac{C.M.E}{\bar{x}}} \times 100$$

$$= \underline{19.88 \%}$$

Cuadro 11.- 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				\bar{x} gr./p.	Kg/Ha.
	I	II	III	IV		
1.- FM - 138	6.92	7.23	9.48	3.08	6.6775	741.2025
2.- FAHQL - 8	9.07	6.20	6.1	3.48	6.2125	689.5875
3.- Co Qo	6.73	8.55	5.24	2.46	5.745	637.695
4.- 425	11.75	7.23	5.37	5.93	7.57	840.27
5.- 428	10.80	8.54	5.61	3.89	7.21	800.31
6.- Testigo	5.69	8.58	6.94	4.79	6.5	650
					6.6525	

Cuadro 12.- 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.	F. teórico	
					0.05	0.01
Media	1	1062.1389				
Trat's	5	8.77455	1.75491	.565 n.s	2.90	4.56
Bloques	3	71.620967	23.87365	7.69 ++	3.29	5.42
Error	15	46.525483	3.101698			
Total	24	1189.0592				

+ Significativo.

++ Altamente significativo.

n.s No significativo

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

$$= \underline{26.47\%}$$

Cuadro 13.- Concentración de datos para altura de planta (cm.).
evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984.

Tratamiento	Repeticiones				\bar{X} cms.
	I	II	III	IV	
1.- FM - 138	29.6	32.2	29.78	26	29.395
2.- FAHQL - 8	32.2	31.46	23.26	18.4	26.33
3.- Co Qo	29.8	31.66	25.6	17.93	26.2475
4.- 425	30.04	30.53	29.26	28.66	29.6225
5.- 428	29.86	30.86	28.45	25.4	28.6425
6.- Testigo	24.13	31.4	28.93	28.6	28.265
					28.08375

Cuadro 14.- Análisis de varianza para altura de planta (cm.).
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.	F. crítica	
					0.05	0.01
Media	1	1892.728				
Trat's	5	43.518875	8.703775	.905 n.s	2.90	4.56
Bloques	3	166.41325	55.471083	5.76 + +	3.29	5.42
Error	15	144.25718	9.6171453			
Total	24	19282.917				

+ Significativo.

++ Altamente significativo.

n.s No significativo.

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

$$= \underline{\underline{11.04 \%}}$$

Cuadro 15.- Concentración de datos para el % de nitrógeno.
Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en
frijol. Marín, N.L. Ciclo tardío 1984

Tratamiento	Repeticiones				\bar{x} % de nitrogeno.
	I	II	III	IV	
1.- FM - 138	5.6	5.096	3.5	5.796	4.998
2.- FAHQL - 8	6.972	6.72	4.704	5.964	6.09
3.- Co Qo	4.592	5.446	4.676	7	5.4285
4.- 425	4.76	5.334	5.572	7.812	5.8695
5.- 428	5.6	3.624	6.72	6.72	5.666
6.- Testigo	5.824	5.88	6.818	6.608	6.2825
					5.7224

Cuadro 16.- 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.	F. crítica	
					0.05	0.01
Media	1	785.95104				
Trat's	5	4.338727	0.8677454	0.836n.s	2.90	4.56
Bloques	3	7.0699633	2.3566544	2.272n.s	3.29	5.42
Error	15	15.55459	1.0369727			
Total	24	812.91432				

+ Significativo.

++ Altamente significativo.

n.s No significativo.

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

$$= \underline{\underline{17.79 \%}}$$

Cuadro 17.- 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

Cuadro 18.- Precipitación registrada (mm) durante los meses - de Agosto a Noviembre de 1984 en Marín, N.L.

MES	PRECIPITACION
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.

TABLA 3.- DETERMINACION DEL NITROGENO DE LA PLANTA.

Peso de la planta		x	% de nitrógeno (tejido)	=	Nitrógeno de la planta.
1.-	3.276 gr.	x	5.6	=	18.3456 ÷ 100 = 0.183456 gr./p.
2.-	3.098 gr.	x	6.972	=	21.5992 ÷ 100 = 0.215992 gr./p.
3.-	3.346 gr.	x	4.592	=	15.3648 ÷ 100 = 0.153648 gr./p.
4.-	5.122 gr.	x	4.76	=	24.3807 ÷ 100 = 0.243807 gr./p.
5.-	3.774 gr.	x	5.6	=	21.1344 ÷ 100 = 0.211344 gr./p.
6.-	2.472 gr.	x	5.824	=	14.3969 ÷ 100 = 0.143969 gr./p.
7.-	2.854 gr.	x	5.096	=	14.5439 ÷ 100 = 0.145439 gr./p.
8.-	2.616 gr.	x	6.72	=	17.5752 ÷ 100 = 0.175752 gr./p.
9.-	3.316 gr.	x	5.466	=	18.0589 ÷ 100 = 0.180589 gr./p.
10.-	2.94 gr.	x	5.334	=	15.6819 ÷ 100 = 0.156819 gr./p.
11.-	3.536 gr.	x	3.628	=	12.8286 ÷ 100 = 0.128286 gr./p.
12.-	3.206 gr.	x	5.88	=	18.8512 ÷ 100 = 0.188512 gr./p.
13.-	3.612 gr.	x	3.5	=	12.642 ÷ 100 = 0.12642 gr./p.
14.-	2.576 gr.	x	4.704	=	12.1175 ÷ 100 = 0.121175 gr./p.
15.-	2.652 gr.	x	4.676	=	12.4007 ÷ 100 = 0.124007 gr./p.
16.-	2.292 gr.	x	5.572	=	12.7710 ÷ 100 = 0.127710 gr./p.
17.-	2.906 gr.	x	6.72	=	19.5283 ÷ 100 = 0.195283 gr./p.
18.-	2.608 gr.	x	6.818	=	17.7813 ÷ 100 = 0.177813 gr./p.
19.-	1.92 gr.	x	5.796	=	11.1283 ÷ 100 = 0.111283 gr./p.
20.-	1.762 gr.	x	5.964	=	10.5085 ÷ 100 = 0.105085 gr./p.
21.-	1.226 gr.	x	7	=	8.582 ÷ 100 = 0.08582 gr./p.
22.-	2.868 gr.	x	7.812	=	22.4048 ÷ 100 = 0.224048 gr./p.
23.-	1.758 gr.	x	6.72	=	11.8137 ÷ 100 = 0.118137 gr./p.
24.-	2.516 gr.	x	6.608	=	16.6257 ÷ 100 = 0.166257 gr./p.

TABLA 4.- CALCULO DEL NITROGENO CONSUMIDO POR LA PLANTA.

Este cálculo se basa en la siguiente fórmula:

Nitrógeno del suelo (antes) - Nitrógeno del suelo (después) = Nitrógeno consumido por la planta.

R ₁	0.1848	-	T ₁	0.168	=	0.0168	+	0.055	=	0.0718
R ₁	0.1848	-	T ₂	0.1526	=	0.0322	+	0.055	=	0.0872
R ₁	0.1848	-	T ₃	0.1666	=	0.0182	+	0.055	=	0.0732
R ₁	0.1848	-	T ₄	0.1638	=	0.021	+	0.055	=	0.076
R ₁	0.1848	-	T ₅	0.1652	=	0.0196	+	0.055	=	0.0746
R ₁	0.1848	-	T ₆	0.1834	=	0.0014	+	0.055	=	0.0564

R ₂	0.1806	-	T ₁	0.1708	=	0.0098	+	0.055	=	0.0648
R ₂	0.1806	-	T ₂	0.182	=	- 0.0014	+	0.055	=	0.0536
R ₂	0.1806	-	T ₃	0.1596	=	0.021	+	0.055	=	0.076
R ₂	0.1806	-	T ₄	0.147	=	0.0336	+	0.055	=	0.0886
R ₂	0.1806	-	T ₅	0.1876	=	- 0.007	+	0.055	=	0.048
R ₂	0.1806	-	T ₆	0.175	=	0.0056	+	0.055	=	0.0606

R ₃	0.189	-	T ₁	0.1862	=	0.0028	+	0.055	=	0.0578
R ₃	0.189	-	T ₂	0.1568	=	0.0322	+	0.055	=	0.0872
R ₃	0.189	-	T ₃	0.1512	=	0.0378	+	0.055	=	0.0928
R ₃	0.189	-	T ₄	0.1512	=	0.0378	+	0.055	=	0.0928
R ₃	0.189	-	T ₅	0.1554	=	0.0336	+	0.055	=	0.0889
R ₃	0.189	-	T ₆	0.1652	=	0.0238	+	0.055	=	0.0788

R ₄	0.1904	-	T ₁	0.1778	=	0.0126	+	0.055	=	0.0676
R ₄	0.1904	-	T ₂	0.1666	=	0.0238	+	0.055	=	0.0788
R ₄	0.1904	-	T ₃	0.175	=	0.0154	+	0.055	=	0.0704
R ₄	0.1904	-	T ₄	0.1694	=	0.021	+	0.055	=	0.076
R ₄	0.1904	-	T ₅	0.1428	=	0.0476	+	0.055	=	0.1026
R ₄	0.1904	-	T ₆	0.1806	=	0.0098	+	0.055	=	0.0648

Nota: El valor de 0.055 corresponde a el nitrógeno de la "Materia Orgánica".

$$N(20) = M.O. \Rightarrow N = \frac{M.O.}{20}$$

Como se tiene un valor de 1.1 de M.O. sería:

$$N = \frac{1.1}{20} = \underline{\underline{0.055}}$$

TABLA 5.- DETERMINACION DEL NITROGENO FIJADO POR LA PLANTA.

Nitrógeno de la planta.	-	Nitrógeno consumido por la planta.	=	Nitrógeno fijado.
1.-	0.183456	-	0.0718	= 0.111656 gr.
2.-	0.215992	-	0.0872	= 0.128792 gr.
3.-	0.153648	-	0.0732	= 0.080448 gr.
4.-	0.243807	-	0.076	= 0.167807 gr.
5.-	0.211344	-	0.0746	= 0.136744 gr.
6.-	0.143969	-	0.0564	= 0.087569 gr.
7.-	0.145439	-	0.0648	= 0.080639 gr.
8.-	0.175752	-	0.0536	= 0.122152 gr.
9.-	0.180589	-	0.076	= 0.104889 gr.
10.-	0.156819	-	0.0886	= 0.068219 gr.
11.-	0.128286	-	0.048	= 0.080286 gr.
12.-	0.188512	-	0.0606	= 0.127912 gr.
13.-	0.12642	-	0.0578	= 0.06862 gr.
14.-	0.121175	-	0.0872	= 0.033975 gr.
15.-	0.124007	-	0.0928	= 0.031207 gr.
16.-	0.127710	-	0.0928	= 0.03491 gr.
17.-	0.195283	-	0.0886	= 0.106683 gr.
18.-	0.177813	-	0.0788	= 0.099913 gr.
19.-	0.111283	-	0.0676	= 0.043683 gr.
20.-	0.105085	-	0.0788	= 0.026285 gr.
21.-	0.08582	-	0.0704	= 0.01542 gr.
22.-	0.224048	-	0.076	= 0.148048 gr.
23.-	0.118137	-	0.1026	= 0.015537 gr.
24.-	0.166257	-	0.0648	= 0.101457 gr.

BIBLIC ICA Agronomía U.A.N.L.

- $T_1 = 0.304598$ gr. de "N" por tatam. = 0.0761495 gr. de "N" fijado / planta.
- $T_2 = 0.311204$ gr. de "N" por tratam. = 0.077801 gr. de "N" fijado / planta.
- $T_3 = 0.231964$ gr. de "N" por tratam. = 0.057991 gr. de "N" fijado / planta.
- $T_4 = 0.418974$ gr. de "N" por tratam. = 0.1047435 gr. de "N" fijado / planta.
- $T_5 = 0.33925$ gr. de "N" por tratam. = 0.1039878 gr. de "N" fijado / planta.
- $T_6 = 0.415951$ gr. de "N" por tratam. = 0.1039878 gr. de "N" fijado / planta.

TABLA 6.- NITROGENO DISPONIBLE PARA EL SIGUIENTE CICLO DE CULTIVO.

Nitrógeno fijado.		Nitrógeno disponible para el sig. ciclo.
1.- 0.111656 gr.	=	0.002233 gr.
2.- 0.128792 gr.	=	0.0025758 gr.
3.- 0.080448 gr.	=	0.0016089 gr.
4.- 0.167807 gr.	=	0.0033561 gr.
5.- 0.136744 gr.	=	0.0027348 gr.
6.- 0.087569 gr.	=	0.0017513 gr.
7.- 0.080639 gr.	=	0.0016127 gr.
8.- 0.122152 gr.	=	0.002423 gr.
9.- 0.104889 gr.	=	0.0020937 gr.
10.- 0.068219 gr.	=	0.0013643 gr.
11.- 0.080286 gr.	=	0.0016057 gr.
12.- 0.127912 gr.	=	0.002582 gr.
13.- 0.06862 gr.	=	0.0013724 gr.
14.- 0.033975 gr.	=	0.0006795 gr.
15.- 0.031207 gr.	=	0.0006241 gr.
16.- 0.03491 gr.	=	0.0006982 gr.
17.- 0.106683 gr.	=	0.0021336 gr.
18.- 0.099013 gr.	=	0.0019802 gr.
19.- 0.043683 gr.	=	0.0008736 gr.
20.- 0.026285 gr.	=	0.0005257 gr.
21.- 0.01542 gr.	=	0.0003048 gr.
22.- 0.148048 gr.	=	0.0029609 gr.
23.- 0.015537 gr.	=	0.0003107 gr.
24.- 0.101457 gr.	=	0.0020291 gr.

Nota: Del nitrógeno fijado el 2 % se libera y queda disponible para el siguiente ciclo.

Tratamientos # 1 =	0.0060918	==	169.0474	gr. / Ha.
Tratamientos # 2 =	0.006224	==	172.716	gr. / Ha.
Tratamientos # 3 =	0.0046391	==	128.735	gr. / Ha.
Tratamientos # 4 =	0.0083795	==	232.5311	gr. / Ha.
Tratamientos # 5 =	0.0067848	==	188.2782	gr. / Ha.
Tratamientos # 6 =	0.0083188	==	230.8467	gr. / Ha.

tabla 7

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

NUEVO LEON

F R I J O L

AÑOS	SUPERFICIE (HAS.)		RENDIMIENTO (TON./HA.)		PRODUCCION (TONS.)		P.M.R. \$/TON.	VALOR DE LA PRODUCCION (MILES DE PESOS)		
	R.	T.	R.	T.	R.	T.		R.	T.	
1970	893	4 096	0.867	0.867	774	3 551	2 000	1 548	7 012	8 650
1971	1 467	4 631	0.599	0.299	879	1 385	1 900	1 670	2 632	4 302
1972	1 775	5 015	0.600	0.400	1 065	2 065	1 900	2 024	3 811	5 835
1973	1 543	8 803	0.707	0.428	1 091	3 768	2 900	3 164	10 927	14 091
1974	2 504	11 786	0.810	0.399	2 028	4 703	6 200	12 574	29 159	41 733
1975	2 845	8 882	0.684	0.325	1 945	2 887	4 500	8 753	12 992	21 745
1976	2 490	18 530	1.003	0.425	2 497	17 875	4 500	11 237	35 438	46 675
1977	2 923	5 058	0.899	0.450	2 629	2 479	5 639	14 826	13 980	28 806
1978	1 394	2 140	0.729	0.300	1 016	642	6 546	5 718	5 136	10 854
1979	3 151	620	0.742	0.201	2 337	125	7 601	17 776	839	18 714
1980	3 957	1 765	0.781	0.223	3 092	394	12 734	39 636	4 756	44 392
1981	3 444	9 593	0.908	0.453	3 127	4 347	16 000	50 032	69 952	119 984
1982	2 444	659	0.853	0.332	2 085	219	21 200	44 241	4 621	48 862
1983	2 294	7 162	0.781	0.349	1 791	2 503	33 000	58 978	82 599	141 577
1984	1 932	284	0.728	0.592	1 407	168	50 000	69 685	8 879	78 564

F U E N T E : DATOS ELABORADOS POR LA JEFATURA DEL PROGRAMA DE PLANEACION CON INFORMACION PROPORCIONADA POR PLANEACION AGRICOLA Y ECONOMIA AGRICOLA.

CUADRO 8 - A.- COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS.

METODO TUKEY

Medias de los tratamientos

Tratm.	Medias
6	3.03
4	3
5	2.8775
2	2.765
1	2.7425
3	2.53

Error estandar: $S_{\bar{y}} = 0.0760124$

$q(\alpha; \beta; \nu) = 4.60$

RME = 0.349657

Tabulación de resultados:

Tratm.	Media	$\alpha = .05$
6	3.03	a
4	3	a
5	2.8775	a b
2	2.765	a b
1	2.7425	a b
3	2.53	b

05157

"FE DE ERRATAS"

La hipótesis planteada en la página 3 corresponde a la alternativa.

La hipótesis nula es la siguiente: No existe diferencia significativa entre las cepas, para las variables bajo estudio.

Con referente a las conclusiones (Página 57), la superioridad de que se hace mención no es debido al efecto de los tratamientos (No significancia estadística) sino más bien ésta superioridad es debido a efectos aleatorios.

El dato que le corresponde a Nitrógeno total ubicado en la Tabla # 2 de la página 45 es 0.1862. Este valor se deriva de la media de los 24 tratamientos del 1er. muestreo de suelos ubicado en la página 81.82.

En el 2do. párrafo de la página 37 al final de éste es Ac. Indolacético y no Indolático.

En la página 46 el modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

En los análisis de varianza para las variables estudiadas el coeficiente de variación adecuado es:

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

Los resultados de los coeficientes de variación está bien, el error es solamente en el signo que representa la raíz cuadrada.

