

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE CUATRO CEPAS DE
Rhizobium phaseoli EN EL CULTIVO DEL FRIJOL
(Phaseolus vulgaris L.) BAJO CONDICIONES
DE HIDROPONIA".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

MA. DE JESUS CAMPOS ORTIZ

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1988

T

SB327

C341

c.1



1080061014

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE CUATRO CEPAS DE
Rhizobium phaseoli EN EL CULTIVO DEL FRIJOL
(Phaseolus vulgaris L.) BAJO CONDICIONES
DE HIDROPONIA".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

MA. DE JESUS CAMPOS ORTIZ

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1988

T
SB327
C341



Biblioteca Central
Maana Solidaridad
F. Tesis



BU Raul Rangel Films
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.635
FA 11
988

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

"Evaluación de cuatro cepas de Rhizobium phaseoli en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo - condiciones de hidropónia".

T E S I S

Que para obtener el titulo de
INGENIERO AGRONOMO FITOTECTISTA

P R E S E N T A

MA. DE JESUS CAMPOS ORTIZ

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA


"Evaluación de cuatro cepas de Rhizobium phaseoli en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de hidropónia".

Tesis aceptada y aprobada como requisito parcial para optar por el titulo de INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA, elaborado por MARIA DE JESUS CAMPOS ORTIZ.

COMITE SUPERVISOR DE TESIS

ING. RONALD J. LECEA JUAREZ

Ph.D. RIGOBERTO E. VAZQUEZ A.


ING. CECILIO ESCAREÑO RDZ.

MARIN, N.L.

DICIEMBRE DE 1988.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por darme la vida y ayudarme a llegar a
terminar mi carrera.

A MIS PADRES:

SR. REFUGIO CAMPOS MONSIVAIS

SRA. JUANITA ORTIZ DE CAMPOS

Gracias, por todo el apoyo
que me han dado para la rea
lización de mis estudios.

Dios los bendiga.

A MIS HERMANOS:

Ricardo e

Imelda

A MI CUÑADA:

Srita. Ma. del Rosario Rodriguez

Con cariño y estimación

A MIS PRIMAS:

Graciela

Ma. Guadalupe

Diana

Alma Yolanda

Maricruz

Con mucho afecto por el apoyo que
me brindaron.

A MI SOBRINA:

Alma Daniela

Al ING. LEOPOLDO CAMPOS MONSIVAIS, gracias por tu ayuda.

Al ING. AGR. EDUARDO MARCIAL SANCHEZ DE LA GARZA

Gracias por tu comprensión y ayuda.

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

Al ING. RONALD JORGE LECEA JUAREZ.

Por su asesoría tan acertada, en este trabajo.

A los Maestros:

Ph.D. RIGOBERTO E. VAZQUEZ ALVARADO

ING. CECILIO ESCAREÑO RODRIGUEZ

A los Ingenieros Agrónomos:

Srita. Gloria M. Estrella Salazar

Srita. Ruth Guadarrama Salas

Sr. Leopoldo Castillo Morales

Sr. Emilio Pioquinto Palacios

Sr. Nefatalí M. Gómez Ruíz

Gracias, porque compartí una etapa de mi vida con
ustedes.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Importancia del Cultivo del Frijol.....	3
2.2. Origen del cultivo (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.)....	4
2.3. Clasificación.....	5
2.3.1. Taxonómica.....	5
2.3.2. Morfológica	5
2.4. Exigencias ecológicas del cultivo.....	7
2.4.1. Temperatura.....	7
2.4.2. Humedad.....	8
2.4.3. Fotoperíodo.....	9
2.4.4. Suelo.....	9
2.4.5. Textura y pH del suelo.....	9
2.4.6. Clima.....	10
2.5. El Nitrógeno:.....	10
2.5.1. Ciclo del nitrógeno.....	10
2.5.2. Mineralización.....	11
2.5.3. Amónificación.....	11
2.5.4. Nitrificación.....	12
2.5.5. Desnitrificación.....	13
2.6. Conocimientos Generales sobre Rhizobium.....	13
2.6.1. Características morfológicas sobre Rhizo- bium.....	13
2.6.2. Características fisiológicas de Rhizobium	14
2.6.3. Taxonomía.....	14

	Pág.
2.7. Fijación Simbiótica del Nitrógeno.....	15
2.7.1. Relación planta-bacteria.....	15
2.7.2. Formación del nódulo.....	16
2.7.3. Cantidad de nitrógeno fijado por Rhizo- bium.....	16
2.8. Hidropónia.....	17
2.8.1. Definición del término.....	17
2.8.2. Origen de la hidropónia.....	17
2.8.3. Importancia de la hidropónia.....	18
2.8.4. Ventajas de la hidropónia.....	18
2.8.5. Desventajas de la hidropónia.....	19
2.8.6. Especies más comunes que utilizan el sis- tema hidropónico.....	19
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1. Localización del Sitio Experimental.....	21
3.2. Materiales.....	21
3.3. Solución Nutritiva Utilizada.....	22
3.4. Características Agronómicas de la Variedad LEF- 1RB.....	23
3.5. Metodología.....	23
3.5.1. Siembra.....	24
3.5.2. Inoculación.....	24
3.5.3. Transplante.....	24
3.5.4. Aereación.....	24
3.5.5. Vigilancia.....	25
3.5.6. Variable evaluada.....	25

	Pág.
3.6. Descripción del Diseño Experimental.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
VI. RESUMEN.....	33
VII. BIBLIOGRAFIA.....	35
VIII. APENDICE.....	40

INDICE DE CUADROS, TABLAS Y FIGURAS

CUADRO Pág.

Cuadros del apéndice:

1	Análisis de varianza para concentración de nitrógeno.....	41
2	Análisis de varianza para concentración de magnesio.....	41
3	Análisis de varianza para concentración de potasio	42
4	Análisis de varianza para concentración de sodio..	42
5	Análisis de varianza para peso seco de la planta..	43
6	Análisis de varianza para la altura de planta.....	43

TABLA

Tablas del apéndice:

1	Datos de altura de plantas (m) y peso seco de planta (gr.).....	44
2	Determinación del nitrógeno total (tejido) por el método Kjendhal.....	45
3	Determinación de nitrógeno absorbido por la planta	46

4	Determinación de nitrógeno fijado por la planta.	47
5	Nitrógeno disponible para el siguiente ciclo de cultivo.	48
6	Grupo de inoculación cruzada de asociaciones de Rhizobium-leguminosas.	49

FIGURA

Figuras del apéndice:

1	Distribución de los tratamientos en el invernadero.	50
2	Ciclo del Nitrógeno.	51

I. INTRODUCCION

El frijol como uno de los más importantes cultivos básicos juega un papel importante en la alimentación de los mexicanos, ya que según el Departamento de Estadística de la Secretaría de Recursos Hidráulicos ocupa el segundo lugar de importancia, después de el maíz.

Aunque no se ha podido lograr la autosuficiencia en este cultivo, ya que los rendimientos obtenidos son bajos en los lugares donde se explota, se esta haciendo investigación para llegar a ser autosuficientes.

Esta leguminosa es rica en proteína, económica y fácilmente obtenible en comparación con la proteína de los animales. Además de esta planta se emplea la semilla y el fruto aunque no este maduro (ejote).

Como es difícil que el mexicano cambie su hábito de consumir alguna otra fuente de proteína que no sea el frijol, se esta tratando de resolver que la fertilización de nitrógeno en el frijol sea económica; por eso se ha practicado experimentalmente la inoculación en frijol. El frijol tiene la capacidad de fijar el nitrógeno del aire. La fijación del nitrógeno se realiza, bajo condiciones apropiadas, por la presencia de ciertas bacterias simbióticas.

El proceso se realiza por bacterias nitrificantes del género bacteriano *Rhizobium*, siempre y cuando en el suelo exista menor cantidad de nitrógeno que en el aire.

Aunado a esto existe un método de cultivos hidropónicos - que representan un gran avance en la técnica y se pueden usar en grandes como en pequeñas extensiones, teniendo ventajas sobre los cultivos que se siembran en tierra. Con ayuda de este método no solo se mejora la cosecha en cantidad, peso o calidad, sino que de forma importante se ha comprobado que se aumenta la productividad en el trabajo, con la consiguiente reducción de mano de obra.

Los objetivos de este experimento son lo que se incluyen a continuación:

- 1.- Obtener la mejor combinación bacteria-planta en cuando a fijación de nitrógeno.
- 2.- Cuantificar la concentración de cada uno de los elementos K, Mg y Na y su efecto en la fijación del Nitrógeno.
- 3.- Obtener la cantidad de nitrógeno disponible para el ciclo de cultivo siguiente.

La hipótesis es la siguiente: Existe diferencia entre las cepas de Rhizobium phaseoli para el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en cuanto al peso de la planta, altura de la planta, concentración de: K, Mg, Na, nitrógeno fijado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del Cultivo

El frijol es un grano que se consume mucho en la alimentación humana. En México, se utiliza en casi todas las comidas, por lo cual la producción nacional en algunos años apenas alcanzó a cubrir las necesidades del pueblo, y los excedentes -- destinados a explotación son muy reducidos.

Como uno de los cultivos más importantes en nuestro país -- así se considera el frijol, ya que, de acuerdo con datos estadísticos de 1962, ocupaba el segundo lugar de importancia como alimento básico después del maíz, y el sexto lugar por el valor de la producción nacional a continuación del maíz, algodón, trigo, caña de azúcar y café (Robles, 1974).

En nuestro país la cantidad de superficie dedicada a este cultivo es considerable ya que a llegado a superar los 2 millones de has.; dicha cifra a sido cambiabile a través de los años. En el año de 1971 se registró la mayor superficie cultivada de frijol (1'965,126 ha.) y el precio de garantía se mantuvo estable, lo que repercutió en que la superficie disminuyera para 1979 hasta llegar a 1 millón de has. (Lépiz, 1983).

El frijol común es uno de los granos que se consumen en grandes cantidades y ha sido hasta la actualidad la principal fuente de proteína de los mexicanos.

El alto contenido de proteínas del frijol lo ha justificado como uno de los principales alimentos básicos, esto lo hace

resaltar Lépiz (1982) mediante una comparación con la proteína de origen animal en 1980, cuando un kilogramo de proteína de carne de res (15.2% de proteína y 100 pesos el kg. de carne) costaba 657.90 pesos en tanto 1 kg. de proteína de frijol (24% de proteína y 15 pesos el kg. de semilla) costaba 62.60 pesos.

2.2. Origen del Cultivo

El frijol común Phaseolus vulgaris lo consideró Linnaeus- (1753) originario del continente asiático y menciona a la India como posible centro de diversificación de gran diversidad de tipos (Miranda, 1967).

Después De Candolle (1886), basado en algunos escritos griegos señaló que el frijol procedía de Asia Occidental, corrigiendo su opinión después de que se descubrió que semillas de P. lunatus L. y P. vulgaris L. fueron encontrados en excavaciones hechas en Perú (Lépiz, 1983).

También Vavilov clasifica el frijol (1935) señalando 8 centros principales de origen de las cuales menciona 3 de ellos la presencia de P. vulgaris L.: el centro Chino con formas recesivas, América del Sur (Perú, Ecuador) y América Central.

Por otro lado nos mencionan que el frijol es nativo del área de México-Guatemala y se ha venido cultivando en México por más de 4,000 años, según datos de restos arqueológicos encontrados en las cuevas de la región de Ocampo, Tamps. y en la cueva de Coaxcotlán, Puebla (Mac Neish, 1974 citado por Lépiz).

2.3. Clasificación

2.3.1. Taxonómica.

De acuerdo con Burkat (1952), el frijol común nominado por Linneo en 1753 como Phaseolus vulgaris se clasifica como sigue:

Orden	Rosales
Familia	Leguminoseae
Subfamilia.	Papilionoideae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu.	Phaseolinae
Género.	<u>Phaseolus</u>
Especie	<u>vulgaris</u>

El género Phaseolus según Ditmer et al., (1937) citados -- por Miranda (1966) consta de 180 especies aproximadamente, de las cuales 126 proceden del continente Americano, 52 del Sur de Asia, 2 de Australia.

De las numerosas especies de frijol que existe en México únicamente se han domesticado y cultivan cuatro: P. vulgaris L. P. coccineus L., P. lunatus L. y P. acutifolius Gray.

2.3.2. Morfología.

Raíz: El sistema radical esta formado por la raíz primaria que se desarrolla a partir de la radícula del embrión. Sobre ésta y en disposición en forma de corona en la parte alta, desarrollan las raíces secundarias, terciarias y otras subdivisiones; los pelos absorbentes, órganos epidérmicos especializados--

en la absorción de agua y nutrimentos, se localizan en las partes jóvenes de las raíces laterales donde viven en simbiosis con la planta bacterias del género *Rhizobium* fijadoras de nitrógeno atmosférico. Llega a alcanzar una profundidad de 1 a 2 metros (Lépiz, 1983).

Tallo: Es herbáceo de crecimiento determinado si termina en inflorescencia o indeterminado si termina en yema apical o vegetativa, es milimétrico y consta de 3 o 4 nudos; su porción más baja es el nudo, de donde surgen los cotiledones; el color es variable, verde, rosa o morado glabro o pubescente, su longitud es variable al igual que su ramificación (Robles, 1982; Lépiz, 1983).

Hojas: Son simples, y a partir del tercer par las hojas son pinnadas trifoliadas. Las hojas cotiledonares son las primeras 2 especies de hojas de forma acorazonada sencillas y opuestas. Estas hojas son el resultado de la germinación epigea, o sea, cuando los cotiledones salen a la superficie. Las hojas verdaderas, estas son pinnadas trifoliadas y pubescentes. Su tamaño varía de acuerdo a la variedad de frijol (Robles, 1982).

Flor: Es una inflorescencia, que es un racimo, las flores son pediceladas, constan de 5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres y un pistilo. La inflorescencia puede ser terminal como las variedades de hábito determinado o lateral en las variedades de hábito indeterminado. La inflorescencia consta de pedúncu-

lo, raquis, brácteas y botones florales. Su color es blanco, amarillento o rosa púrpura, constando de 3 a 8 flores (Bailey, 1961; Lépiz, 1983).

Fruto y Semilla: El fruto es el ovario desarrollado en forma de vaina, las vainas son por lo general glabras, de epidermis cerosa y de color verde, rosado o púrpura, uniformes o con rayas dehiscentes o indehiscentes.

La semilla proviene de un óvulo campilotropo carece de endospermo y consta de testa y embrión. La testa protege al embrión, y está formado por tegumentos de óvulo, mientras que el embrión consta de eje primario y divergencias laterales.

Ciclo vegetativo: De acuerdo al ciclo de vida, las variedades se clasifican en:

Precoces: 90-95 días

Ciclo intermedio: 100-105 días

Ciclo largo o tardío: 110-120 días (Lépiz, 1970, 1974).

2.4. Exigencias Ecológicas del Cultivo

2.4.1. Temperatura.

Las variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) prosperan en casi todos los climas con preferencia en los templados, con altitud de 0 a 3,000 m.s.n.m. (Nava, 1982).

Para todas las semillas hay temperaturas de germinación máxima, óptima y mínima.

La temperatura óptima se define como aquella en la cual la germinación se realiza mas rápidamente (Holman, 1965).

La temperatura mínima.- son aquellas temperaturas que impiden el desarrollo del embrión en el frijol. A temperatura inferior de 5°C hay impedimento de desarrollo.

La temperatura máxima.- se define igual a la anterior solo que aquí si hay temperatura mayor a 40°C se detiene el desarrollo del embrión, si se presentan estas, ocasionan un descenso en la velocidad de germinación. La temperatura máxima para el embrión es de 37°C (Diehl, 1973).

Para su óptima germinación requiere de temperatura mayor de 8°C.

La temperatura óptima general para la floración es de --- 15°C.

La temperatura óptima para la maduración de frutos es alrededor de 20°C (Ramírez, 1981).

2.4.2. Humedad.

El cultivo del frijol se desarrolla bien en regiones templadas y tropicales. En las regiones donde se vaya a sembrar esta leguminosa requiere que exista una precipitación promedio de 600 a 700 mm durante el ciclo de cultivo, sin embargo, si este promedio es bajo se puede utilizar un sistema de riego -- (Nava, 1982).

2.4.3. Fotoperíodo.

Esta planta requiere una corta duración del período de luz, siendo la mayoría de las variedades que existen actualmente, indiferentes a éste. En lo referente a intensidad de luz necesario para la planta, esta tendrá que ser la adecuada, ya que tiene un efecto directo en la fotosíntesis y la respiración que implica la existencia adecuada de carbohidratos para el buen desarrollo de la planta (Villarreal, 1979).

2.4.4. Suelo.

Se cultiva en suelos cuya textura va de franco-limosa a ligeramente arenosa, el pH óptimo es de 5.5 y 6.5 donde están presentes en máxima disponibilidad todos los elementos nutritivos. Los suelos deben ser profundos y bien drenados. Los suelos con alto contenido de materia orgánica puede favorecer el excesivo crecimiento vegetativo en perjuicio de la producción de vaina o semilla (S.E.P., 1983).

2.4.5. Textura y pH del suelo.

Parson , 1981 nos menciona que el frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco-limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco-arcillosos. Favoreciendo su crecimiento el pH entre 5.5 a 6.5.

Con pH superiores, la disponibilidad del Fierro y otros nutrientes se hace menor, por lo que se presentan problemas con las plantas que se desarrollan en suelos alcalinos.

2.4.6. Clima.

Se adapta a diferentes tipos de climas, pero en general se cultiva en todas las zonas agrícolas de nuestro país si su ciclo no coincide con las heladas, pues es sumamente susceptible a las bajas temperaturas de la zona, en la región de Nuevo León, solo se cultiva el ciclo tardío ya que el temprano no se puede por las altas temperaturas (Ramírez, 1981).

2.5. Nitrógeno

2.5.1. Ciclo del nitrógeno.

Frobsisher 1976, señala que en el ciclo entra el amoníaco (NH_3), óxidos de nitrógeno. El amoníaco es derivado de la descomposición de materia orgánica y los óxidos de nitrógeno llegan al suelo con la lluvia. El procedimiento es el siguiente: el proceso de nitrosificación efectuada por bacterias del suelo oxida el NH_3 a nitritos. Otras bacterias del suelo oxidan los nitritos a nitratos, forma en la cual el nitrógeno queda disponible para las plantas. Las bacterias anaerobias y facultativas del suelo actúan constantemente para invertir estos procesos, según señalan las líneas de "desnitrificación" y "desnitrosificación". Después que el nitrógeno finalmente se incorpora en las plantas como proteínas y demás, se convierte luego en tejidos animales. Cuando mueren plantas y animales, y sus restos entran en putrefacción, los microorganismos saprofitos del suelo convierten el nitrógeno nuevamente en amoníaco, y el ciclo vuelve a empezar.

2.5.2. Mineralización.

Fassbender 1975, nos dice que a través de diversos procesos, especialmente deposición de restos animales y fijación microbiana, el nitrógeno es acumulado en el suelo, sufriendo una serie de transformaciones. Cuando se da la mineralización del nitrógeno hay una serie de procesos a través de los cuales los componentes orgánicos, ya sea de la materia orgánica o de los residuos animales y vegetales recién incorporados al suelo, se transforman a formas inorgánicas, nitrogenadas tales como: --- NH_4^+ , NO_2^- y NO_3^- . Este es un proceso análogo a la liberación de CO_2 a partir de los materiales carbonados (Alexander, 1980).

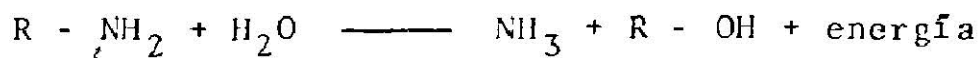
En la mineralización, los microorganismos del suelo son de gran importancia (Fassbender, 1975).

El resultado final de la acción microbiana sobre la materia orgánica del suelo es su mineralización casi completa. Así el agua y el dióxido de carbono que se utilizaron en su producción son liberados (Bear, 1958).

2.5.3. Amonificación.

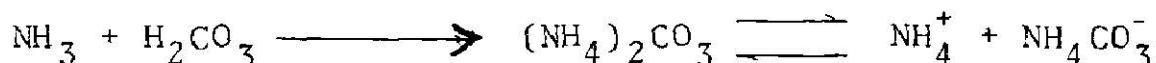
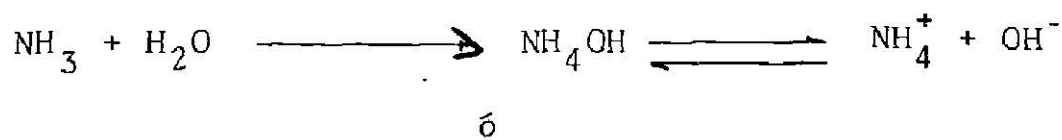
Transforma el nitrógeno de compuestos orgánicos a su forma más reducida (Carpenter, 1969).

El nitrógeno en forma proteínica se encuentra en forma de grupos amino ($-\text{NH}_2$). En el proceso de descomposición pasa a la forma de amoníaco (NH_3), por acción de enzimas producidas por los microorganismos, a través de un proceso que se conoce con el nombre de amonificación:



Este proceso se desarrolla siempre y cuando las condiciones sean favorables para el desarrollo de los microorganismos como: humedad, suelo templado, nivel adecuado de elementos nutritivos y materia orgánica.

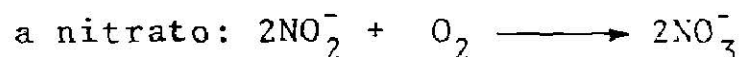
El amoníaco se combina con el agua o con el ácido carbónico para dar el ión amonio:



Este ión amonio es asimilable por las plantas superiores y por los microorganismos (Thompson, 1962).

2.5.4. Nitrificación.

Es la oxidación biológica del amoníaco a nitrato, ya que éste, es la forma nitrogenada que más fácilmente absorben las plantas. La nitrificación es un proceso en dos etapas en el que el amoníaco es convertido primero a nitrito (NO_2^-) y después a nitrato (NO_3^-). Esta conversión se realiza por medio de un grupo de bacterias autótrofas obligadas conocidas como nitrosomas. Y la conversión de nitrito a nitrato denominadas Nitrobacter (Tisdale-Nelson, 1982).



Los factores que influyen la actividad de las bacterias nitrificantes, tienen un efecto pronunciado sobre la cantidad de nitratos producidos y, en consecuencia, sobre la utilización de nitrógeno por las plantas. Los factores son: 1) Suministro de ión amonio, 2) La población de organismos nitrificantes, 3) La reacción del suelo, 4) La aireación del suelo, 5) La temperatura. Afectan estos factores los pasos de la nitrificación en los suelos.

2.5.5. Desnitrificación.

Se puede definir como la descomposición de los nitratos -- con desprendimiento de nitrógeno gaseoso o de óxido nitroso, y puede ser causa de una pérdida efectiva de nitrógeno del suelo, por medio de algunos microorganismos, entre los organismos responsables de la desnitrificación son especies del género Pseudomonas, Micrococcus, Achromobacter y Bacillus.

El producto terminal es N_2 gaseoso. Este gas es llevado a la atmósfera y representa una pérdida en el ciclo del Nitrógeno (Pelczar, 1966; Carpenter, 1969; Tisdale-Nelson, 1982).

2.6. Conocimientos Generales sobre Rhizobium

Es una de las principales especies de bacterias de los nódulos de las raíces.

2.6.1. Características morfológicas sobre Rhizóbium.

A) Forma de bastón.

B) Son bacilos aerobios, gram-negativos.

- C) No forman esporas y son altamente pleomorfos.
- D) Su tamaño va de 0.5 a 0.9 por 1.2 a 3.0.
- E) En sus propiedades tintoriales: no se tiñen fácilmente, siendo los mejores colorantes de anilina, el violeta de genciana.
- F) Son móviles con flagelos peritricos (Burdón, 1971; Bryan, 1971).

2.6.2. Características fisiológicas de Rhizobium.

- A) La temperatura óptima, 25°C.
- B) Estrictamente aerobico.
- C) Tienen una ligera producción de ácido de la glucosa, la galactosa, la manosa, la lactosa y la maltosa.
- D) Forman nódulos en las raíces de las plantas leguminosas, haciendo así posible para las plantas utilizar el nitrógeno atmosférico.
- E) El desarrollo en agar manitol es rápido con tendencia a diseminarse (Bryan, 1971).

2.6.3. Taxonomía.

Reino	Vegetal
Subreino.	Thalophita
Orden	Eubacteriales
Familia	Rhizobiaceae
División.	Schizophita
Clase	Chizomycetes
Género.	Rhizobium

Espeçie leguminosarun, phaseoli, trifoli
 lii, lupini, japonicum y melio
 loti (Sánchez, C.F. 1983).

2.7. Fijación Simbiótica de Nitrógeno

2.7.1. Relación planta-bacteria.

Rusell, menciona que en la infección de las raíces de la leguminosa con la cepa adecuada de Rhizobium nos lleva a la -- formación de nódulos radicales, que son capaces de convertir el nitrógeno gaseoso en nitrógeno combinado. La asociación entre la leguminosa y el Rhizobium no es obligada ya que pueden proliferar uno en ausencia del otro.

La fijación del nitrógeno por la simbiosis leguminosa Rhizobium conduce a un aumento muy significativo en la cantidad de nitrógeno combinado del suelo.

La especificidad entre la especie de leguminosa y la cepa de Rhizobium es marcada, ya que una sola cepa de Rhizobium es capaz de infectar ciertas especies de leguminosas pero no ---- otras; no siempre es capaz de determinar la producción de nódulos fijadores de nitrógeno.

Cuando la cepa sea inefectiva la formación de nódulos serán pequeños, blanco-verdosos, e incapaces de fijar nitrógeno. En cambio si la cepa es efectiva, la formación de nódulo será grande, rojizo y fijador de nitrógeno (Brock, 1978).

2.7.2. Formación del nódulo.

Buckman 1977, nos dice que la entrada de los organismos se efectúa normalmente a través de los pelos radicales y en las células de la corteza de las raicillas, que en presencia de la bacteria apropiada sufren una deformación o enroscamiento de los pelos (Alexander, 1980).

Las bacterias penetran en el punto donde el pelo se rizó, o se enroscó, estos empiezan a multiplicarse, creando un hilo de infección que une las células xilemáticas de la raíz. Las células infectadas se dividen por el estímulo de las bacterias para formar las nodulaciones en la raíz.

Cuando las células que rodean el nódulo envejecen, dejan salir las bacterias infectadas. Estas quedan libres en el suelo, sin movilidad, en espera de otra leguminosa (S.E.P., 1980).

2.7.3. Cantidad de nitrógeno fijado por Rhizobium

Carpenter 1969, menciona que la fijación de nitrógeno incluye a veces 200 libras por acre por año en condiciones favorables; como la naturaleza del suelo, la especie y otros factores. De 50 a 100 libras es la cifra promedio. La importancia de las bacterias de los nódulos de las raíces se aprecia más fácilmente cuando se observa que esta cantidad de nitrógeno esta contenida en 500 a 1000 libras de fertilizante comercial que contenga 10 por 100 de nitrógeno.

La condición de drenaje, humedad, cantidad de calcio activo y principalmente de aireación tienen un efecto en relación a

la cantidad de nitrógeno fijado por la bacteria (Buckman y Brody, 1977).

2.8. Hidropónia

2.8.1. Definición del término.

Proviene del griego y se deriva en "Hidro" que significa "agua" y "pónos" que significa "trabajo". Es el cultivo realizado en un medio artificial, suministrándole los elementos nutritivos en soluciones salinas a concentración adecuada. Como la raíz necesita oxígeno para respirar, se hace crecer la planta en un medio inerte que retenga la solución (ej. turba, arena fina, etc.) y que permita el paso del aire (Salvat, 1976).

2.8.2. Origen de la hidropónia.

Su origen se remota a la antigua Roma. También se cree que los aztecas la utilizaron antes de la llegada de los conquistadores españoles en el siglo XVI.

Se cree que la hidropónia nació en 1969 cuando experimentalmente se cultivaron plantas en agua, a fin de determinar los minerales necesarios para su desarrollo. El cultivo hidropónico en gran escala es una innovación reciente (Agricultura de las Américas, 1980).

Por otro lado Greulach, 1970 menciona que el cultivo hidropónico se desarrolla solamente durante el segundo cuarto de este siglo, pero los fisiólogos en plantas hace mucho tiempo que han utilizado técnicas similares.

2.8.3. Importancia de la hidropónia.

Rojas 1972, señala que con el uso de soluciones nutritivas se puede controlar los factores edáficos en lugar de suelo, y los factores climáticos con la ayuda de invernadero.

Así, los factores edáficos que con el uso de hidropónia como: pH, textura, salinidad, estructura los puede controlar, lo que no pasaría en el suelo. Lo mismo sucede con los factores climáticos principalmente la temperatura.

Señala también que cuando los factores edáficos se controlan por medio de hidropónia, la calidad de los frutos puede ser mejor por el superior estado nutricional del cultivo.

Se ha podido desarrollar cultivos hidropónicos en lugares donde no podrían desarrollarlos en el campo, como en zonas áridas donde es difícil sembrar algún cultivo por las condiciones climáticas extremas.

En la producción de las hortalizas pueden establecerse en azoteas, jardines, terrazas, patios.

2.8.4. Ventajas de la hidropónia.

- La hidropónia permite vigilar cuidadosamente el grado de acidez o alcalinidad que conviene a las plantas, según las necesidades de cada especie.
- El rendimiento es mayor en los cultivos hidropónicos en comparación con los cultivos ordinarios.
- Además de el aumento en rendimiento, también se aumenta la densidad de plantación con relación a la superficie disponible (Huterwal, 1971).

- Otro atractivo es la reducción de los requisitos de agua.
- Permite cultivar plantas durante todo el año, sin depender de las condiciones climáticas que limitan el cultivo convencional (Agricultura de las Américas, 1980).
- Mediante dispositivos de bombeo, las soluciones pueden circularse, y aerearse, asegurando así una regularidad de ventilación que no es posible en los suelos.
- No requiere trabajo de cultivo alguno (Fuller, 1974).

2.8.5. Desventajas de la hidropónia.

- Requiere el cuidado diario y constante de el cultivo establecido en hidropónia.
- El costo de la energía necesaria para mantener la temperatura, luz y humedad del ambiente hidropónico es elevado (Agricultura de las Américas, 1980).
- Se necesita una persona que posea conocimientos considerables de química y fisiología vegetal unidos a una destreza especial para el cultivo de plantas (Wilson, 1968).

2.8.6. Especies más comunes que se utilizan por el sistema hidropónico.

Puede afirmarse, de un modo general, que todas o casi todas las especies, géneros y variedades florales pueden ser cultivadas por el método hidropónico con la seguridad de que los resultados han de superar los clásicos obtenidos por el método común en tierra.

El cultivo de los rosales se adapta muy bien al método hidropónico y los resultados pueden ser brillantes. Así como los

rosales son considerados como la planta ideal para pequeños jardines, los claveles de grandes flores que las dan por la primavera son indicados para balcones o pequeñas terrazas y son considerados como una planta generosa cuando se cultiva por este sistema.

Los geraniós y crisantemos son considerados como prósperos, utilizando el sistema de hidropónia, siendo estas cuatro especies las principales en floricultura (Huterwal, 1971).

Investigaciones recientes que se han hecho sobre las posibilidades de desarrollo, plantas medicinales cultivadas con hidropónia han permitido constatar que su rendimiento es superior a el de las plantas cultivadas en tierra.

Así mismo las variedades de mercado como: tomates, lechugas, rábanos, melones también se ven beneficiados, obteniendo legumbres de buena calidad. El cultivo hidropónico también ha beneficiado la obtención de plantas forrajeras (Huterwal, 1971).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Sitio Experimental

El actual trabajo se efectuó durante los meses Junio-Julio de 1988, en el Invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, el cual se encuentra localizado en el municipio de Marín, Nuevo León sobre la carretera Zuazua-Marín en el kilómetro 17, siendo sus coordenadas geográficas 25°53' Latitud Norte y 100°03' Latitud Oeste, con una Altitud de 367 m.s.n.m.

3.2. Materiales

En el presente experimento se emplearon los siguientes materiales:

Material biológico:

-Cepas de bacteria Rhizobium pahseoli

T₁: cepa 329

T₂: cepa 330

T₃: cepa 318

T₄: cepa 332

-Semilla de frijol de la variedad LEF-1RB

Material y equipo:

20 frascos de 3.5 lts. cada uno, de vidrio oscuro

Solución nutritiva

Charola de propagación

Perlita

Siete motores (bombas de aireación)

Agua destilada

Manguera de 4 mm. de diámetro

Estacas

Bandas de hule ó ligas

Papel secante

Embudo

Cuerdas ó mecates

Un tambo

Vaso de precipitado

Pipetas

Un molino Wiley

Aparato para determinación de nitrógeno marca Kjendhal

Balanza analítica

La solución nutritiva consta de 11 reactivos que se describirá más adelante.

3.3. Solución Nutritiva Utilizada

Se utilizó la solución nutritiva incluyendo todos los elementos necesarios para que la planta pueda desarrollarse:

Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NH}_2)^2\text{H}_2\text{O}$? $\text{Ca}^{++}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Nitrato de potasio	KNO_3
Sulfato de amonio	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)^2$
Fosfato monopotásico	KH_2PO_4
Sulfato de magnesio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Sulfato ferroso	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Sulfato de manganeso	MnSO_4

Sulfato de zinc	$ZnSO_4 \cdot H_2O$
Sulfato cúprico	$Cu^{++}SO_4^- \cdot H_2O$
Acido bórico	H_3BO_3
Molibdato de amonio	$(NH_4)_2MoO_4$

3.4. Características Agronómicas de la Variedad LEF-1RB

- A) Hábito de crecimiento indeterminado guía erecta.
- B) Días a floración: de 50-60 días.
- C) Color de flor: morada.
- D) Color de grano: bayo.
- E) Madurez fisiológica: de 90 a 105 días.
- F) Rendimiento bajo riego (kg/ha.): de 700 a 1500.
- G) Principales plagas que atacan son: chicharrita, mosquita -- blanca y gusanos comedores de forraje.
- H) Densidad de siembra: de 30 kg/ha.
- I) Comunmente se ven afectados por deficiencia de Fierro que - se corrige con Sulfato Ferroso heptahidratado 2-5%.
- J) Se siembra a 75 cm entre surcos y 5 cm entre plantas.

3.5. Metodología

El trabajo presentado sobre frijol con la técnica de hidroponía utilizada para así poder tener una mejor cuantificación de los elementos de la solución nutritiva que se utilizó para colocar las plantas.

Aquí se probarón cuatro cepas de Rhizobium phaseoli cada cepa con su respectivo testigo. En total 20 observaciones.

3.5.1. Siembra.

La siembra se realizó primero en una charola, junto con perlita para germinación de la semilla, porque como se sabe no se puede sembrar directamente en la solución nutritiva. Se dieron los riegos correspondientes para ayudar al desarrollo de la planta. La fecha de siembra fué el día 3 de junio de 1988. Cuando alcanzó una altura de 10-15 cm se procedió a trasplantar, ya que esta altura es óptima.

3.5.2. Inoculación.

Ya que se sacaron las plantas, cuando dió la altura, se procedió a inocular, cada cepa de bacteria con cada planta correspondiente, en el sistema radicular se espolvorea la cepa y se colocaron las plantas en los frascos debidamente etiquetados.

3.5.3. Trasplante.

El trasplante se llevó a cabo 10 días después de la siembra teniendo una altura de 10 cm las plantas al momento del trasplante. Se pusieron las plantas en los frascos junto con la solución nutritiva.

2.5.4. Aireación.

Para llevar una eficiente aireación se colocaron 7 bombas con mangueras de 4 mm de diámetro que se colocaron con los frascos cuando las bombas eran conectadas a la luz eléctrica hacía fluir aire para dar oxigenación a la raíz.

3.5.5. Vigilancia.

En todo el tiempo de el desarrollo de la planta se dió la vigilancia diaria al procedimiento de el trabajo. Se observaba que las bombas fluyeran aire para la oxigenación de la raíz.

Cuando se agotaba la solución nutritiva había que preparar suficiente para que a la planta no le falte. Aproximadamente se tenía que preparar 36 lt de agua y aplicar semanalmente.

Una vez trasplantado, se procedió a colocar un estacado ya que la variedad LEF-1RB es de crecimiento indeterminado, las estacas colocadas fueron 2 en cada hilera de frascos de aproximadamente 2 m de altura con cuerdas amarradas de un lado a otro, colocadas a diferentes alturas.

3.5.6. Variable evaluada.

En el trabajo realizado, las variables que se evaluaron fueron solo hasta la floración, ya que como no se podría controlar la temperatura en la floración, y en el invernadero excedieron las temperaturas a más de 30°C, hubo caída de flor.

A01: Concentración de nitrógeno en la planta (mg).

A02: Concentración de potasio en la planta (mg).

A03: Concentración de magnesio en la planta (mg).

A04: Concentración de sodio en la planta (mg).

A05: Peso seco de la planta (gr).

A06: Altura de planta (m).

La determinación de nitrógeno, se obtuvo por el método de

Kjendhal, el cual se obtuvo ml de HCl, de la titulación y este se transformaron a % N, por medio de la siguiente fórmula:

$$\% N = \frac{\text{ml HCl } 0.1 \times 0.0014 \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Donde:

ml HCl al 0.1: dato obtenido de la titulación de el nitrógeno.

0.0014: es una constante

Para la evaluación de concentración de: K, Na y Mg fueron determinados por medio de un análisis de tejido vegetal de la siguiente manera:

A.- Preparación de la muestra: la muestra tomada se deja secar a temperatura ambiente. Ya seca se muele en un molino - Wiley de acero inoxidable, con un tamiz de 30 ó de 40 mesh.

B.- Digestión de la muestra: se pesa 1 gr de la muestra - se coloca en un crisol, se procede a incinerarse de 6 a 10 hr. en la mufla, a una temperatura de 475 a 500°C, se enfría y humedece con agua destilada. Evaporar lentamente en baño maría o en una plancha caliente. Agregar 25 ml de solución 1N HCl y - filtrar.

C.- Procedimiento analítico:

i) Tomar 1 ml de la alícuota del filtrado y agregar - 24 ml de agua destilada.

ii) Para determinar Mg, K, Na, se toma 1 ml de la alícuota de la dilución y se agrega 9 ml de solución de lantano al 1%, 15 ml de agua destilada. Analizar por medio de absorción atómica.

En la evaluación de el peso seco de la planta se extrajeron todas las plantas, se colocaron en la estufa para secarse, se sacaron, procediendose a pesar en la blanaza, con todo y -- raíz.

En la medición altura de planta se midió la planta desde la punta de la raíz hasta la punta de la última hoja.

3.6. Descripción del Diseño Experimental

El diseño experimental empleado en le trabajo descrito -- fué un diseño completamente al azar, formado por cinco trata-- mientos con cuatro repeticiones, con lo cual se obtienen 20 -- unidades experimentales.

El modelo estadístico corresponde al diseño completamente al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array}$$

Donde:

Y_{ij} = Es el valor observado de la variable bajo estudio en el tratamiento i de la repetición j .

M = Media general.

T_i = Efecto de i -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Es el error aleatorio que surge por el efecto conjunto de todos los factores no controlados por el diseño y que causan heterogeneidad en el experimento.

Los tratamientos son los que a continuación se indican ce pas de Rhizobium phaseoli.

T₁: Ceba 329

T₂: Ceba 330

T₃: Ceba 318

T₄: Ceba 332

T₅: Sin ceba

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Enseguida son presentados los resultados obtenidos en este experimento para cada una de las variables analizadas, con sus análisis de varianza y su correspondiente prueba de medias (Tukey), para las variables que resulten significativas.

Nitrógeno de la planta.

En lo que respecta a esta variable se encontró en el análisis de varianza que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, se obtuvo un C.V. de 61.23% (Cuadro 1).

Concentración de Magnesio en la planta.

A lo que se refiere a esta variable encontramos que en su análisis de varianza no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, resultando un C.V. de 56.03% (Cuadro 2).

Concentración de Potasio en la planta.

En base a el análisis de varianza que corresponde a esta variable se encontró que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, reportando un C.V. de 25.79% (Cuadro 3).

Concentración de sodio en la planta.

Con respecto a esta variable se halló en el análisis de varianza, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, el C.V. para esta variable bajo estudio fue de 29.48% (Cuadro 4).

Peso de la planta.

Refiriendonos a esta variable se encontró en su análisis de varianza que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, reportando un C.V. de 57.38% (Cuadro 5).

Altura de la planta.

El análisis de varianza se encontró que no hubo diferen--cia significativa entre los tratamientos, resultando un C.V. de 23.41% (Cuadro 6).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos para las variables evaluadas.

Lo anterior se pudo deber a que la planta no tuvo la su--ficiente disponibilidad de los elementos nutritivos de la solu--ción debido a floculaciones asociadas por reacciones favoreci--das por altas temperaturas que se presentan en el invernadero.

Para el caso específico de fijación de nitrógeno, pudo ha--berse debido, a que no existió compatibilidad entre la cepa de la bacteria con la variedad LEF-1RB, dado que nunca antes, se--había probado esta cepa con dicha variedad.

Por otro lado, se pudo también deber a que había días en--teros que el experimento careció de solución nutritiva debido--a que, se tuvo problemas para poder conseguir agua destilada,--(no disponibilidad de agua en la FAUANL), teniendose que traer desde Monterrey, perdiendose todo el día, sin tener solución -

o con un mínimo de solución al experimento.

Otro problema que tuvimos y que pudo influir en la disponibilidad de nutrientes fué, que había bombas de aereación, que no fluían suficiente aire, para la oxigenación de la raíz, hubo bombas que no fluían nada de aire, aunque se estuvieran checando diariamente las mangueras a veces se levantaban quedando en el aire, sin poder llegar a dar oxigenación a la raíz.

Las condiciones del invernadero, con problemas de plagas, afectó al experimento porque fue atacado el frijol con chicharrita, fue leve el daño y controlado a tiempo, pero pudo influir en la disponibilidad de los nutrientes aplicados a la solución.

Otra posible causa que pudo haber afectado las observaciones son el hecho de que la relación simbiótica planta-bacteria se presenta en términos cualitativos, que aunque tiene repercusiones cuantitativas no siempre se encuentra entrelazadas en una forma directa proporcional por lo que tal vez los datos obtenidos no fueran lo suficiente para que el diseño experimental utilizado manifestara una diferencia significativa al menos entre los tratamientos probados.

Las causas de que no existiesen diferencias entre las diferentes cepas bacterianas, al margen de la variedad utilizada pueden ser muy variadas, sin embargo se puede mencionar como mas probable la falta de efectividad (bajo poder de fijación y/o desdoblamiento) por parte de las mismas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con respecto a los objetivos e hipótesis planteados en el presente trabajo, llegamos a la siguiente conclusión:

Los tratamientos probados no manifestaron diferencia estadística significativo, por lo que se concluye que son iguales los tratamientos para todas las variables evaluadas.

Se recomienda que los problemas presentados en el presente experimento de temperatura, la falta de agua, remediarlos ya que se pueden controlar en posteriores experimentos.

Otra recomendación a considerarse, es hacer prueba previa para saber si hay compatibilidad entre la cepa de la bacteria y la variedad LEF-1RB.

Se recomienda que esta misma variedad de frijol y la cepa de bacteria utilizada se hagan nuevamente solo que bajo condiciones de campo en diferentes localidades y diferentes ciclos.

Tomarse a consideración más variables a evaluar tanto cualitativas como cuantitativas, para que la evaluación sea más exacta.

VI. RESUMEN

El actual trabajo, se desarrolló en condiciones de invernadero, en la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. que se encuentra ubicada en la carretera Zuazua-Marín Km. 17 en la fecha Junio-Julio de 1988.

El cultivo en el que se trabajó fué el frijol, por el sistema de hidropónia, con 4 cepas de bacteria de Rhizobium phaseoli comparada con la cantidad de nitrógeno fijado.

Objetivos del trabajo:

- 1.- Encontrar la mejor combinación planta-bacteria con respecto a cantidad de nitrógeno fijado.
- 2.- Evaluar en la planta concentraciones de los elementos Mg, K, ~~Na~~ y el efecto en la fijación de nitrógeno.
- 3.- Determinar la cantidad de nitrógeno disponible para el siguiente ciclo.

De acuerdo a los objetivos planteados, la hipótesis formulada es:

Hay diferencia entre las cepas de Rhizobium phaseoli para frijol en cuanto a peso de la planta, altura de planta, concentración de magnesio, potasio, sodio en la planta y cantidad de nitrógeno fijado.

Las variables evaluadas fueron:

A01: Concentración de nitrógeno en la planta.

A02: Concentración de potasio en la planta.

A03: Concentración de magnesio en la planta.

A04: Concentración de sodio en la planta.

A05: Peso seco de la planta.

A06: Altura de la planta.

El diseño experimental que se utilizó fue un "completamente al azar" con 5 tratamientos (4 cepas y 1 testigo), con 4 repeticiones, en total 20 observaciones.

Material empleado:

1.- Cepas de bacterias diferentes del género Rhizobium phaseoli:

Tratamiento	Cepa
1	329
2	330
3	318
4	332
5	Sin cepa

2.- La variedad de frijol fué LEF-1RB (Línea Experimental de Frijol-1 Río Bravo).

3.- Los frascos de vidrio oscuro (de aproximadamente 3 lt), - bombas de aereación, cuerdas, molino Wiley, solución nutritiva, mufla, charola germinadora, etc.

VII. BIBLIÓGRAFIA

- ALEXANDER, M. 1980. Introducción a la Microbiología del Suelo. 1a. Ed. Editorial AGT México. pp. 332.
- BEAR, E.F. 1958. Suelos y Fertilizantes. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. pp. 92-93.
- BROCK, T.D. 1978. Biología de los Microorganismos. 2a. Ed. Editorial Omega, S.A. Barcelona, España. pp. 441-448.
- BUCKMAN, H.O.; N.C. BRODY. 1977. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Editorial Montaner y Simón. España. pp. 437—439.
- BURDON, K.L.; P.R. EILLIAMS. 1976. Microbiología. Editorial Publicaciones Cultural, S.A. México. pp. 354-355.
- CARPENTER, L.P. 1969. Microbiología. 2a. ed. Editorial Interamericana. México. pp. 285-290.
- DIEHL, R.; J.M. MATEO. 1973. Fitotecnia General. Editorial Mundi-Prensa, España. pp. 17-20; 306-307.
- ENCICLOPEDIA SALVAT. 1976. Ediciones Salvat. Tomo 6. México. pp. 1681.

- FASSBENDER, H.W. 1984. Química de Suelos. Editorial Instituto-Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica. pp. 239-240.
- FROSBISHER M., R. FUERST. 1976. Microbiología. 13a. ed. Nueva-Editorial Interamericana. México. pp. 155.
- FULLER, H.J.; Z.B. CAROTHERS. 1974. Botánica. 5a. ed. Nueva -- Editorial Interamericana. México. pp. 87.
- GALVAN, S.J. 1987. Prueba de Adaptación y Rendimiento de 21 Variedades de Frijol (Phaseolus vulgaris) en el esquema rie-go-sequía. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, U.A. N.L. México. pp. 5-7.
- GARCIA, D.S.; M.R. MARTINEZ. 1986. Evaluación de 5 cepas de -- Rhizobium Phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en -- Marín, N.L. ciclo tardío 1984. Tesis Profesional. Facul-- tad de Agronomía, UANL. México. pp. 1-2.
- GREULACH, V.A.; J.E. ADAMS. 1970. Las Plantas. Editorial Cen-- tro Regional de Ayuda Técnica. México. pp. 369.
- "HIDROPONIA". Agricultura de las Américas. Kansas City. U.S.A. Vol. 29. No. 8 (Agosto, 1980). pp. 6-7.
- HOLMA, R.M.; W.W., ROBBINS. 1965. Botánica General. Editorial- Unión Tipográfica. México. pp. 632.

- LEPIZ, I.R.; S.F.; NAVARRO. 1983. Frijol en el Noroeste de México. S.A.R.H., I.N.I.A., C.I.A.P. Culiacán, Sinaloa. México. pp. 1,2,29,31,32,35,37,39.
- MELLENDEZ, R.H. 1987. Evaluación de 5 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Marín, N.L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía UANL. México. pp. 1-2.
- MIRANDA, C.S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. frijol común. Agrociencia. Vol. 1. C.P. E.N.A. Chapingo. México. - pp. 99-109.
- MOYA, G.J.M. Evaluación de 4 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en pruebas cruzadas. Marín, N.L. ciclo tardío 1986. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL. México 1987. pp. 1-2.
- NAVA, E.F.G. 1982. Efectos de la fertilización foliar con quelatos de hierro (Fe-Edta) sobre los compuestos de rendimiento de una variedad de Phaseolus vulgaris L. de hábito semideterminado creciendo en suelo alcalino en Marín, N.L. Tesis profesional. Facultad de Agronomía. UANL. México.
- PARKINSON, D. 1971. Biología del Suelo. Editorial Omega, S.A.- Barcelona, España. pp. Cap. 15.

- PELCZAR, J.M. 1977. Microbiología. Editorial Libros Mc Graw—Hill. México. pp. 569-571.
- PENNINGSFELD, F.; P. KURZMAN. Cultivos Hidropónicos y en Turba Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- RAMIREZ, C.L. Efecto del sulfato ferroso sobre los componentes del rendimiento de una variedad de hábito semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.) creciendo en suelos alcalinos. Facultad de Biología, UANL. México.
- RAMIREZ, V.C.; M.C., FRIAS. 1986. Evaluación de 4 cepas de --- Rhizobium phaseoli en frijol. (Phaseolus vulgaris L.)
- ROBLES, S.R. 1982. Producción de granos y forrajes 3a. ed. Editorial Limusa, México, D.F. pp. 134-137.
- ROJAS, M.G. 1972. Fisiología Vegetal Aplicada. Editorial Libros Mc Graw-Hill. México. pp. 134-137.
- RUSELL, J.E.; R.F., WALTER. 1959. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Editorial Aguilar. Madrid, España. pp. 342-383.
- SANCHEZ, C.F.; R.E., ESCALANTE. 1983. Hidropónia. 2a. ed. Editorial Patronato Universitario. Chapingo, México. pp. 176.

S.E.P. 1982. Manual para la Educación Agropecuaria. Frijol y Chicharo. Editorial Trillas. México.

THOMPSON, L.M. 1962. El suelo y su fertilidad. Editorial Reverte, S.A. México. pp. 190-193.

TISDALE, S.L.; W.L., NELSON. Fertilidad de suelos y fertilizantes. pp. 165-167.

VAQUERA, R.M. 1986. Características morfológicas y anatómicas de la semilla de frijol en relación con vigor, imbibición y cocción. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía UANL. México.

VILLARREAL, G.H. 1979. Prueba de adaptación y rendimiento de 11 variedades de frijol ejotero (Phaseolus vulgaris L.) con 2 fechas de siembra en Marín, N.L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL. México.

WILSON, CL.L.; W.E., LOOMIS. 1968. Botánica. 4a. ed. Unión Tipográfica Editorial, Hispano-Americana. México. pp. 220.

VIII. APENDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza para concentración de nitrógeno.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F.Teórica	
					.05	.01
Media	1					
Tratamiento	4	0.001	0.00025	1.625 ^{NS}	3.18	5.20
Error	13	0.002	0.00015			
Total	18	0.003				

NS = No Significativo

C.V. = 61.23%

* = Significativo

** = Altamente Significativo

Cuadro 2. Análisis de varianza para concentración de magnesio.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F.Teórica	
					.05	.01
Media	1					
Tratamiento	4	70448888	17612222	2.053 ^{NS}	3.18	5.20
Error	13	111538024	8579848			
Total	18	181986928				

NS = No Significativo

C.V. = 56.03%

* = Significativo

** = Altamente Significativo

Cuadro 3. Análisis de varianza para concentración de potasio.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F.Teórica	
					.05	.01
Media	1					
Tratamiento	4	3345141760	836285440	2.142 ^{NS}	3.06	4.89
Error	15	5856486400	390432416			
Total	20	9201628160	484296224			

NS = No Significativo

C.V. = 25.79%

* = Significativo

** = Altamente Significativo

Cuadro 4. Análisis de varianza para concentración de sodio.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F.Teórica	
					.05	.01
Media	1					
Tratamiento	4	19385912	4846478	1.288 ^{NS}	3.06	4.89
Error	15	56425672	3761711.5			
Total	20	75811584	3990083.25			

NS = No Significativo

C.V. = 29.48%

* = Significativo

** = Altamente Significativo

Cuadro 5. Análisis de varianza para peso seco de la planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F.Teórica	
					.05	.01
Media	1					
Tratamiento	4	104.917	26.229	0.548 ^{NS}	3.06	4.89
Error	15	718.453	47.897			
Total	20	823.370	43.335			

NS = No Significativo C.V. = 57.38%
 * = Significativo
 ** = Altamente Significativo

Cuadro 6. Análisis de varianza para la altura de planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F.Teórica	
					.05	.01
Media	1					
Tratamiento	4	0.858	0.214	1.071 ^{NS}	3.18	5.20
Error	13	2.604	0.200			
Total	18	3.461	0.204			

NS = No Significativo C.V. = 23.41%
 * = Significativo
 ** = Altamente Significativo

Tabla 1. Datos de altura de plantas (m) y peso seco de planta (gr).

Tratamiento	Repetición	Altura de planta (m.)	Peso seco de planta (gr.)
1	1	0.47	0.3
1	2	1.58	18.9
1	3	1.80	15.9
1	4	2.37	19.4
2	1	-	2.4
2	2	1.72	11.4
2	3	1.96	10.8
2	4	2.05	14.7
3	1	-	2.9
3	2	1.62	6.5
3	3	2.03	14.2
3	4	1.85	11.4
4	1	2.01	14.8
4	2	1.74	13.9
4	3	2.55	13.2
4	4	2.35	14.5
5	1	2.15	27.5
5	2	2.06	12.7
5	3	2.28	13.1
5	4	1.72	2.6

Tabla 2. Determinación del nitrógeno total (tejido) por el método Kjendhal.

Trat.	Rep.	Peso de la planta(gr.)	% Nitrógeno total	Conversión a mgr.
1	1			
1	2	189 x	$0.1607 \div 100 = 0.3037$	303.723
1	3	159 x	$0.0222 \div 100 = 0.0352$	35.298
1	4	194 x	$0.1551 \div 100 = 0.3008$	300.894
2	1	24 x	$1.2366 \div 100 = 0.2967$	296.784
2	2	114 x	$0.2652 \div 100 = 0.3023$	302.328
2	3	108 x	$0.2346 \div 100 = 0.2533$	253.368
2	4	147 x	$0.2009 \div 100 = 0.2953$	295.323
3	1	29 x	$0.0917 \div 100 = 0.0265$	26.593
3	2	65 x	$0.0624 \div 100 = 0.0405$	40.560
3	3	142 x	$0.1922 \div 100 = 0.2729$	272.924
3	4	114 x	$0.1473 \div 100 = 0.1679$	167.922
4	1	148 x	$0.2128 \div 100 = 0.3149$	314.944
4	2	139 x	$0.2135 \div 100 = 0.2967$	296.765
4	3	132 x	$0.2386 \div 100 = 0.3149$	314.952
4	4	145 x	$0.0222 \div 100 = 0.0321$	32.190
5	1	275 x	$0.0162 \div 100 = 0.0445$	44.550
5	2	127 x	$0.2524 \div 100 = 0.3205$	320.548
5	3	131 x	$0.2853 \div 100 = 0.3737$	373.743
5	4	26 x	$1.3246 \div 100 = 0.3443$	344.396

Tabla 3. Determinación de nitrógeno absorbido por la planta.

Trat.	Rep.	Peso fresco de la planta(gr.)	H ₂ O/planta (ml.)	Mg. de nitrógeno absorbido
1	1			
1	2	189	170.1	3.214
1	3	159	143.1	2.275
1	4	194	174.6	3.387
2	1	24	21.6	0.051
2	2	114	102.6	1.169
2	3	108	97.2	1.049
2	4	147	132.3	1.944
3	1	29	26.1	1.451
3	2	65	58.5	0.075
3	3	142	127.8	0.380
3	4	114	102.6	1.814
4	1	148	133.2	1.169
4	2	139	125.1	1.544
4	3	132	118.8	1.971
4	4	145	130.5	1.738
5	1	275	247.5	1.568
5	2	127	114.3	1.892
5	3	131	117.9	0.060
5	4	26	23.4	6.806

Tabla 4. Determinación de nitrógeno fijado por la planta.

Trat.	Rep.	Nitrógeno del tejido (mgr.)	- Nitrógeno absorbido	= Nitrógeno fijado (mgr.)
1	1			
1	2	303.723	3.214	300.509
1	3	35.298	2.275	33.023
1	4	300.894	3.387	297.507
2	1	296.784	0.051	296.733
2	2	302.328	1.169	301.159
2	3	253.368	1.049	252.319
2	4	295.323	1.944	293.379
3	1	26.593	1.451	25.142
3	2	40.560	0.075	40.485
3	3	272.924	0.380	272.544
3	4	167.922	1.814	166.108
4	1	314.944	1.169	313.775
4	2	296.765	1.544	295.221
4	3	314.952	1.917	312.981
4	4	32.190	1.738	30.452
5	1	44.550	1.568	42.982
5	2	320.548	1.892	318.656
5	3	373.743	0.060	373.683
5	4	344.396	6.806	337.590

Tabla 5. Nitrógeno disponible para el siguiente ciclo de cultivo.

Trat.	Rep.	Nitrógeno fijado (mgr.)	Nitrógeno disponible para el siguiente ciclo (mg.)
1	1		
1	2	300.509	6.0101
1	3	33.023	0.6604
1	4	297.507	5.9501
2	1	296.733	5.9346
2	2	301.159	6.0231
2	3	252.319	5.0463
2	4	293.379	5.8675
3	1	25.142	0.5028
3	2	40.485	0.8097
3	3	272.544	5.4508
3	4	166.108	3.3221
4	1	313.775	6.2755
4	2	295.221	5.9044
4	3	312.981	6.2596
4	4	30.452	0.6090
5	1	42.982	0.8596
5	2	318.656	6.3731
5	3	373.683	7.4736
5	4	337.590	6.7518

Nota.- De el nitrógeno fijado, el 2% se liberó y queda disponible para el siguiente ciclo.

Tabla 6. Grupo de inoculación cruzada de asociaciones de Rhizobium-leguminosas.

Grupo de inoculación cruzada	Especie de Rhizobium	Género 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>Trifoli</u>	Trebol
Chícharo	<u>R. leguminosarum</u>	<u>Pisum</u>	Chícharo
		<u>Vicia</u>	Algarrobo
		<u>Lathyrus</u>	Chícharo dulce
		<u>Lens</u>	Lenteja
Frijol	<u>R. phaseolus</u>	<u>Phaseolus</u>	Frijoles
Lupino	<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

T R A M I E N T O

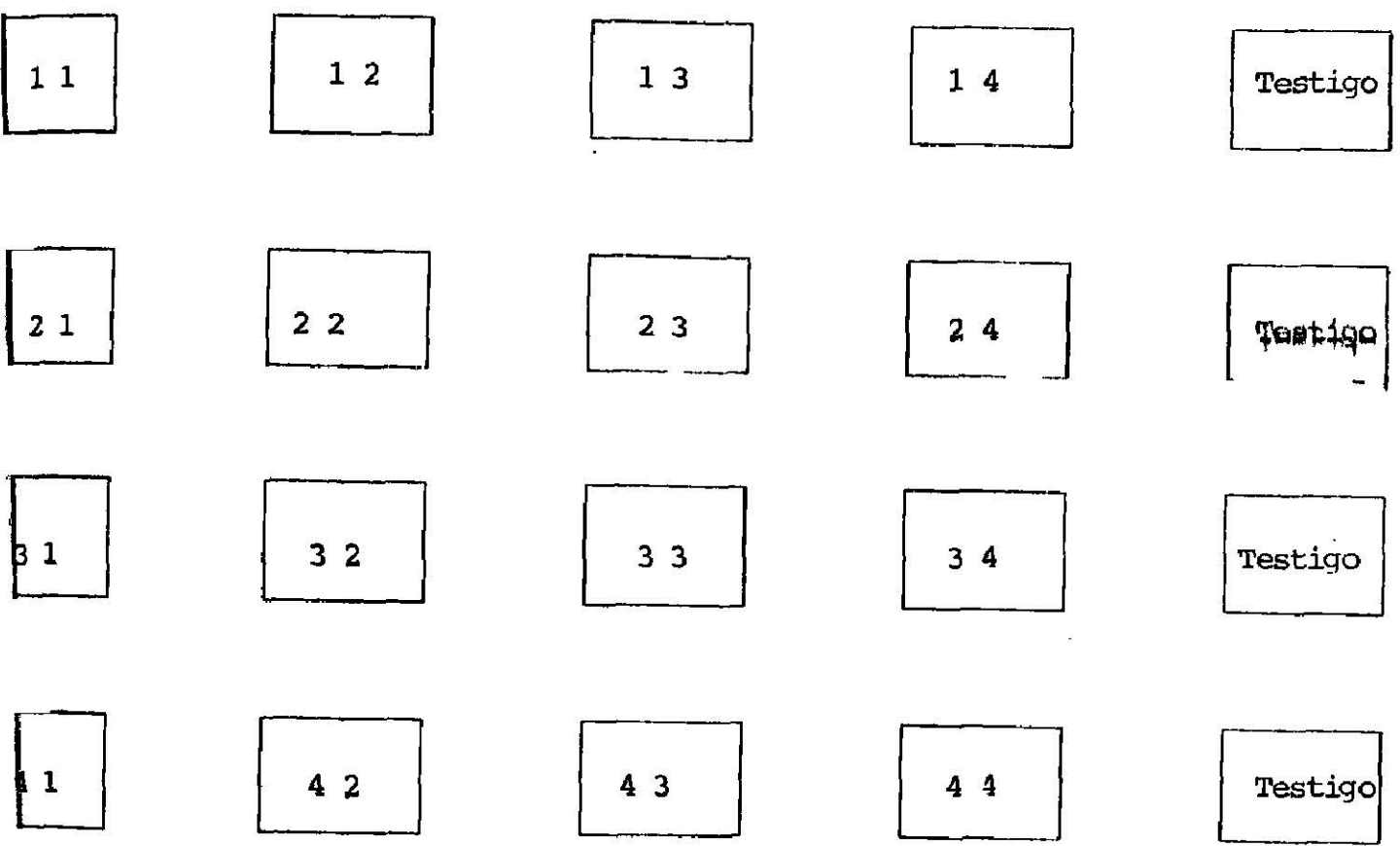


Fig. 1. Distribucion de los tratamientos en el invernadero
Evaluacion de 4 cepas de Rhizobium phaseoli
en frijol, bajo condiciones de Hidroponia

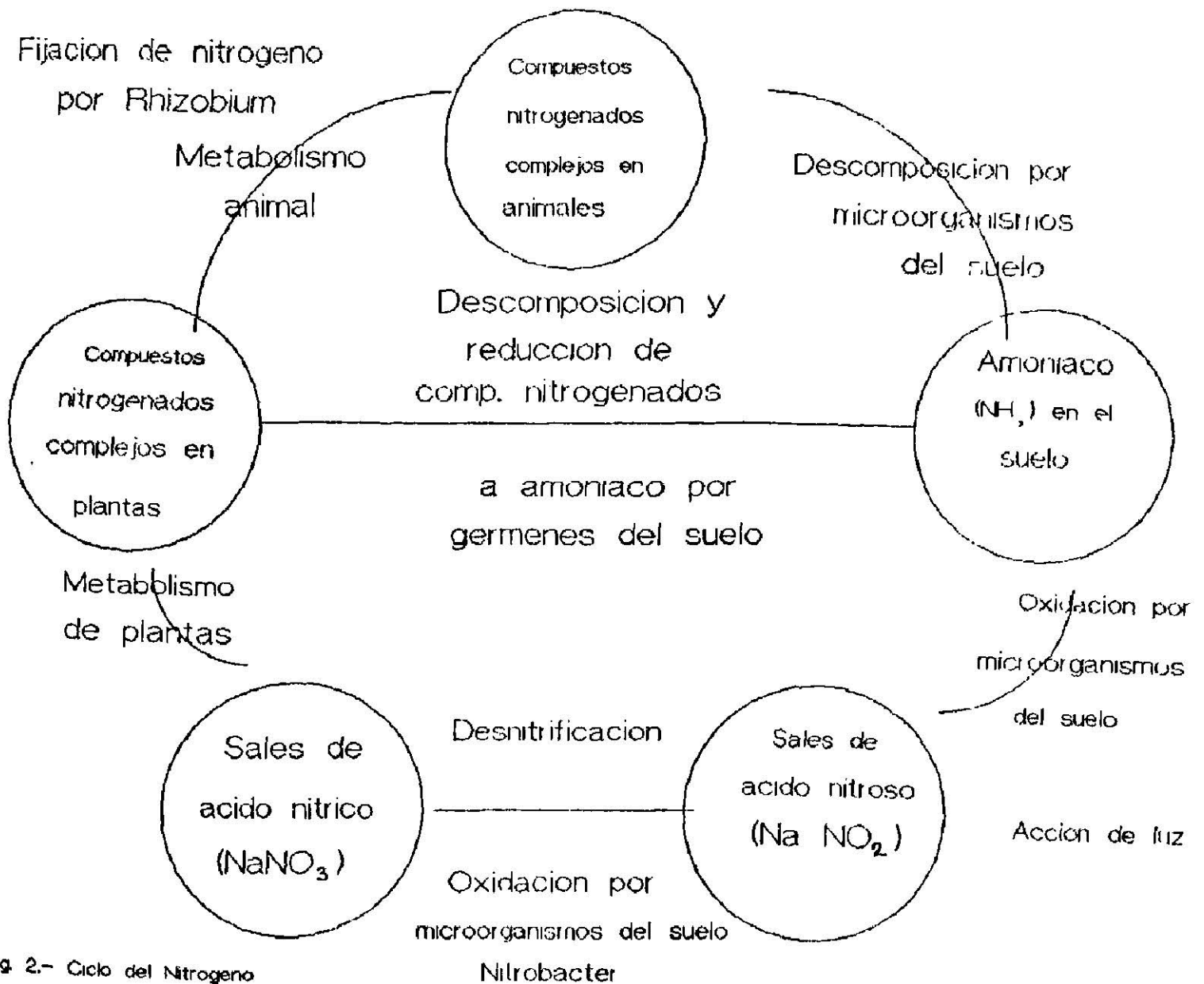


Fig. 2.- Ciclo del Nitrógeno

