

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACION DE CINCO CEPAS DE RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM bv.  
PHASEOLI EN EL CULTIVO DEL FRIJOL  
(PHASEOLUS VULGARIS L.)  
var. rev. 84

autores

Julio César Miranda Donaire  
Adrián José Molina Rugama

Asesores

Lic. Verónica Guevara  
Ing. MSC. Telemaco Talavera

Managua, Nicaragua  
Octubre, 1992

**Universidad Nacional Agraria**

**Facultad de Agronomía  
Escuela de Sanidad Vegetal**

**Trabajo de Diploma**

**Evaluación de cinco cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)  
var. Rev 84**

**AUTORES:**

**Julio César Miranda Donaire  
Adrián José Molina Rugama**

**ASESORES**

**Lic. Verónica Guevara  
Ing. MSc. Telemaco Talavera**

**Managua Nicaragua  
Octubre, 1992**

## DEDICATORIA

A Dios, Jesucristo, por haberme permitido celebrar de este triunfo en compañía de mi familia y amistades.

A mis padres: José Molina Centeno y Vilma Rugama de Molina, que gracias a sus esfuerzos y sacrificios me ayudaron a coronar mi carrera profesional.

A mis hermanos: Marisol, Lydia y Juan Bautista Molina Rugama.



-----  
Adrián José Molina Rugama.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE SANJUAN DE LOS RIOS

TRABAJO DE INVESTIGACION

Evaluacion de cinco cepas de *Rhizobium*  
*leguminosarum* bv. *phaseoli* en el cultivo  
del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)  
var. Rev 84.

AUTORES :

Julio Cesar Miranda Bonaire  
Adrian Jose Molina Rugama

ASESORES :

Mir. Veronica Guevara  
Ing. MSc. Telemaco Calavera

MANAGUA, NICARAGUA  
OCTUBRE, 1992

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Evaluación de cinco cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Rev 84.**

**AUTORES :**

**Julio César Miranda Donalre  
Adrián José Molina Rugama**

**TESIS**

**Presentada a la consideración del tribunal  
Examinador como requisito final  
para obtener el grado profesional  
de Ing. Agrónomo**

**MANAGUA, NICARAGUA  
OCTUBRE, 1992**

## DEDICATORIA

A Dios, **Jesucristo**, por haberme permitido celebrar de este triunfo en compañía de mi familia y amistades.

A mis padres: **Julio César Miranda Sequeira** y **Tereza Donaire de e Miranda**, que gracias a sus esfuerzos y sacrificios me ayudaron a coronar mi carrera profesional.

A mi esposa **Lisette Osejo de Miranda** y mi hijo **Arles Moisés Miranda Osejo**.

A mis hermanos: **Maritza, Rigoberto y Fidel Miranda Donaire**.

  
-----  
Julio César Miranda Donaire



## AGRADECIMIENTO

- A Verónica Guevara y Telémaco Talavera por la asesoría y orientación brindada durante el desarrollo de este trabajo.
- A nuestros amigos Gustavo Valverde y Gregorio Varela por sus consejos y ayuda.
- A la Escuela de Sanidad Vegetal (ESAVE), por su apoyo logístico y cooperación durante el período de tiempo de nuestro trabajo.
- Al Centro Experimental del Algodón (CEA), en especial a Anabell M. García S. por su cooperación en la preparación de los inoculantes.
- Al Programa Ciencia de las Plantas UNA-SLU (PCP), que nos facilitó la realización del trabajo en el centro experimental La Compañía.
- A la Escuela de Suelos y Aguas por los análisis de laboratorio realizados a las muestras de suelo del área de estudio.
- Al personal de Microbiología: Lic. Yasmina Vargas, Ing. Lutgarda Barahona y la Sra. Candida Espinoza.
- A los docentes de la ESAVE por su enseñanza.
- Al personal administrativo de ESAVE, especialmente a Lorena López por darnos su amistad y ayuda.
- Al departamento de BECAS, especialmente a la Lic. Idalia Casco por la ayuda que nos brindó.
- A Maritza y Kathy por su apoyo en la revisión de literatura y búsqueda de información en el CENIDA.
- A todas las personas que de una y otra forma colaboraron para la finalización de nuestra tesis.

# INDICE

Página

INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS.....	iii
INDICE DE ANEXO.....	iv
RESUMEN.....	v
I INTRODUCCION.....	1
II MATERIALES Y METODOS.....	6
1. Descripción del ensayo.....	6
2. Preparación del inoculante.....	7
3. Diseño experimental.....	8
4. Area experimental.....	9
5. Manejo del ensayo .....	9
6. Variables medidas.....	11
- Número de nódulos.....	12
- Eficiencia de los nódulos.....	12
- Peso seco de nódulos.....	12
- Peso seco de área foliar.....	12
- Temperatura de suelo.....	13
- Rendimiento y sus componentes.....	13
III RESULTADOS Y DISCUSION.....	14
1. Influencia sobre la nodulación.....	14
2. Influencia sobre el peso seco de nódulos.....	25
3. Influencia sobre el peso seco foliar.....	28
4. Influencia sobre el rendimiento de grano.....	29

IV CONCLUSIONES.....	34
V RECOMENDACIONES.....	36
VI LITERATURA CITADA.....	37

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Algunas características químicas del suelo de La Compañía.....	6
2. Descripción de los tratamientos.....	8
3. Efecto de los tratamientos en la nodulación, peso seco de nódulos y peso seco de área foliar a los 21 DDS.....	15
4. Efecto de los tratamientos en la nodulación, peso seco de nódulos y peso seco de área foliar a los 36 DDS.....	17
5. Comparación porcentual de los tratamientos con respecto al testigo absoluto a los 36 DDS.....	19
6. Efecto de los tratamientos en la nodulación, peso seco de nódulos y peso seco de área foliar a los 51 DDS.....	21
7. Comparación de las propiedades químicas de los suelos de los Altos Masaya y Finca Experimental La Compañía.....	25

8. Nodulación producida por <i>Rhizobium</i> spp.....	25
9. Comparación porcentual de los tratamientos con respecto al testigo absoluto a los 21 DDS.....	26
10. Comparación porcentual de los tratamientos con respecto al testigo absoluto a los 51 DDS.....	27
11. Resultados de datos sobre evaluación de rendimiento.....	30

## INDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Precipitación ocurrida durante los meses de mayo a diciembre de 1991.....	7
2. Descripción de la parcela experimental, sub-parcela de muestreo y parcela útil.....	10
3. Porcentaje de nódulos efectivos e inefectivos en la primera evaluación 21 DDS.....	16
4. Porcentaje de nódulos efectivos e inefectivos en la segunda evaluación 36 DDS.....	18
5. Porcentaje de nódulos efectivos e inefectivos en la tercera evaluación 51 DDS.....	22

INDICE DE ANEXO

Anexo

Página

1. Plano de campo.....	42
------------------------	----

**RESUMEN**

Esta investigación se realizó en el Centro Experimental "La Compañía" ubicada en San Marcos, Carazo, con el objetivo de evaluar la adaptabilidad de las cepas en las condiciones estudiadas, determinar cuál de las cepas es la más infectiva y efectiva en cuanto a la nodulación y determinar su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Rev. 24. Los factores evaluados fueron 5 cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* y 3 testigos: 1 Testigo Absoluto (no inoculado, no fertilizado) y 2 Testigos Relativos (no inoculados y fertilizados). El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (BCA), con 4 repeticiones. La parcela experimental del ensayo fue de 32 m<sup>2</sup> (8 m x 4 m), la distancia de siembra fue de 0.1 m entre plantas y 0.4 m entre surcos. Las variables analizadas fueron: número, eficiencia y peso seco de nódulos por planta, peso seco de área foliar y rendimiento. Los datos se procesaron usando análisis de varianza (ANDEVA) y se utilizó la prueba de rangos múltiples de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ).

No se observó diferencias significativas para las variables de nodulación y rendimiento, determinándose efecto significativo sólo para el peso seco de área foliar en la I y II etapa de evaluación. Sin embargo, se determinó que la cepa CR-436 fue la que presentó mayor infectividad en el sistema radicular y la cepa CIAT-899, la que presentó el mejor porcentaje de efectividad nodular y con la que se obtuvo el mayor promedio de peso seco de área foliar. El mejor rendimiento fue obtenido con la cepa CR-436.

## I. INTRODUCCION

Las leguminosas se encuentran entre los cultivos más importantes del mundo debido a que suministran alimentos para el hombre (granos) y los animales (forrajes) y permiten la economía del nitrógeno del suelo, ya que la mineralización de sus residuos constituye un aporte de nitrógeno disponible. Ellas obtienen la mayor parte del nitrógeno que necesitan del abundante nitrógeno gaseoso del aire, el cual es fijado y reducido hasta amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) gracias a una enzima localizada en el interior de los Rhizobios llamada Nitrogenasa (Sylvester *et al.*, 1987).

Los rizobios son bacterias del suelo, caracterizadas por su habilidad para infectar las leguminosas e inducir la formación de nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico ( $\text{N}_2$ ) en las raíces. Son bastones de 0.5-0.9  $\mu\text{m}$ ; pero se tornan pleomórficos en ciertas condiciones de crecimiento. Son bacterias móviles aeróbicas, gram negativas y no forman esporas. La temperatura y pH óptimo para su crecimiento varían entre 25 y 30 °C y 6 a 7, respectivamente, aunque existen cepas adaptadas a condiciones más extremas (Sylvester *et al.*, 1987).

La energía usada para la reducción del  $\text{N}_2$  a amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) proviene directamente de la planta hospedera cuando existe una relación simbiótica (leguminosa-*Rhizobium*). A este proceso se le conoce como fijación simbiótica del nitrógeno y se calcula en unos 175 millones de toneladas métricas de nitrógeno fijado por año, es decir, aproximadamente el 70% de la totalidad del

nitrógeno fijado cada año sobre la tierra (FAO, 1985a).

En Nicaragua, el frijol es después del maíz el principal alimento básico. Es uno de los pocos alimentos ricos en proteínas 22%, hidratos de carbono 7% y sustancias grasas 32% (FAO, 1985), por lo cual compensa en parte las deficiencias nutricionales, de la mayor parte de la población.

El cultivo de ésta leguminosa es una actividad generalizada de pequeños y medianos productores, los cuales representan en nuestro país alrededor del 95% de la tenencia de la tierra, por lo general estos productores están ubicados en áreas consideradas marginales, donde prevalecen tecnologías tradicionales de producción tales como siembra al espeque o con bueyes, uso de variedades criollas, uso de bajas densidades de plantas, deficiente fertilización, mal manejo de malezas y otras (Alemán y Tercero, 1991), además de no tener acceso a los fertilizantes debido a su alto precio o a su falta de disponibilidad en el mercado (Rosas y Bliss, 1986).

Para la producción anual de alimentos a nivel mundial se requieren 110 millones de toneladas de nitrógeno inorgánico (N), pero la industria química sólo abastece siete. Por otro lado, la producción de fertilizantes nitrogenados demandan mucha energía para su fabricación lo que hace que el precio sea alto (Bowen y Kratky, 1982).

Con el fin de mejorar la producción y la calidad de la

biomasa aprovechable (granos y forrajes), se ha generalizado en muchas partes del mundo la práctica de inoculación de las semillas de leguminosas con células de *Rhizobium* altamente eficiente en el proceso de fijación biológica de nitrógeno (León *et al.*, 1986). La inoculación con cepas efectivas de *Rhizobium* vendría a traer beneficios directos e indirectos en la producción. Los beneficios directos que se obtienen de esta práctica permiten a los productores bajar los costos, elevar los rendimientos y productividad del cultivo hasta en un 15% mayor que la de plantas a las que se les ha suministrado 50 kg de N/ha (FAO, 1985). Entre los beneficios indirectos están los de mantener o mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo.

Los experimentos realizados sobre fijación biológica de nitrógeno en frijol han sido contradictorios en sus resultados, debido a que en la simbiosis ambos pueden afectar la nodulación, la actividad de la nitrogenasa y la acumulación de nitrógeno en los tejidos vegetativos y reproductivos (Franco y Döbereiner, 1967; Rushel *et al.*, 1979). El frijol ha sido frecuentemente considerado como una especie pobre en el establecimiento de una simbiosis efectiva y en sus niveles de fijación de  $N_2$ ; sin embargo, resultados usando reducción de acetileno e isótopo  $^{15}N$  demuestran que el frijol cultivado posee un potencial de fijación comparable al de otras leguminosas de grano (Rosas y Bliss, 1986).

El aumento de la población en el mundo es un factor incontenible y con ello la escasez de energía y de alimentos se

está acentuando severamente, por consiguiente la producción de alimentos por medio de técnicas que ahorren energía y recursos económicos se torna cada vez más interesante, una de éstas técnicas lo constituye la inoculación de las leguminosas con bacterias del género *Rhizobium* (Velásquez y Aguilera, 1984).

En nuestro país esta práctica se ha realizado muy poco siendo utilizada solamente en el cultivo de la soya (*Glycine max* L.), el cual al ser introducido trajo consigo la necesidad de realizar dicha práctica. Por lo tanto, es de suma importancia desarrollar investigaciones en este campo, debido a que año con año grandes cantidades de dinero son invertidas en el uso de fertilizantes sintéticos los cuales, además de tener un alto costo, tienen una alta tasa de pérdidas por diferentes vías como lixiviación, volatilización, etc. y su uso excesivo ocasiona contaminación ambiental, lo que indica que es esencial aumentar la explotación de la fijación biológica del nitrógeno. Sin embargo, existen muchos problemas por resolver como es: buscar cepas eficientes y compatibles con las variedades de leguminosas cultivadas, conocer los enemigos de las bacterias y en general saber qué, cuándo y cómo debe aplicarse *rhizobium* a la planta. (Velásquez y Aguilera, 1984).

## OBJETIVOS

- 1) Determinar la adaptabilidad de las cepas de *Rhizobium* al medio ambiente en que serán probadas.
- 2) Determinar cual de las cepas es la más infectiva y efectiva en cuanto a la nodulación.
- 3) Determinar la influencia sobre el crecimiento y rendimiento del frijol.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 1. Descripción del ensayo

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental "La Compañía", ubicado en el municipio de San Marcos, Carazo (11° 54' latitud norte, 86° 9' longitud oeste). El sitio tiene una elevación de 480 msnm, con una temperatura promedio anual de 24.2 °C y una precipitación promedio anual de 1595 mm. El clima es de tipo tropical estacional, con dos ciclos de producción de frijol común, el de primera entre mayo y agosto y el de postrera entre septiembre y diciembre.

El suelo donde se estableció el experimento está clasificado como Durandept Typico, perteneciente a la serie Masatepe, con una alta capacidad de fijación de fósforo (Tapia y Camacho, 1985). Algunas características químicas de este suelo se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Algunas características químicas del suelo de "La Compañía" Carazo, Nicaragua 1991 (1)

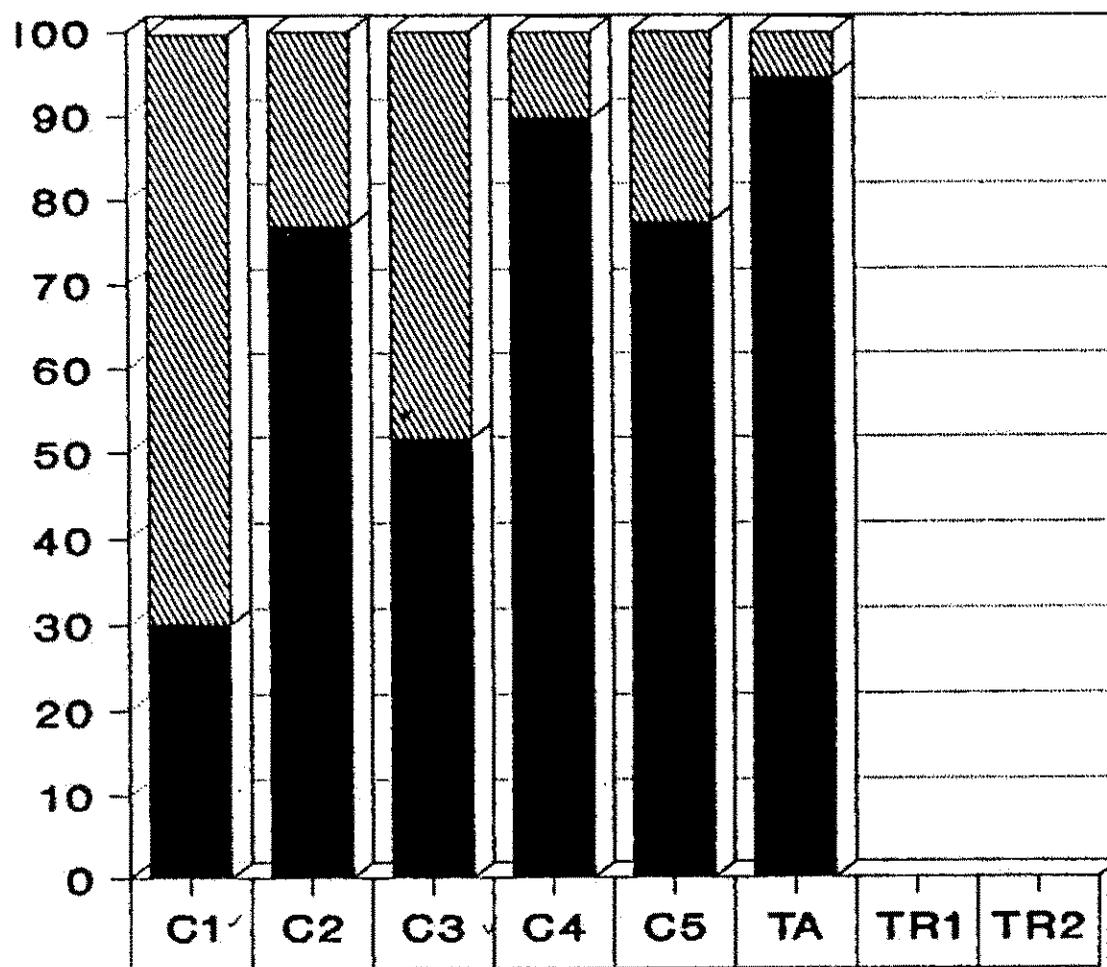
Prof (cm)	pH H <sub>2</sub> O	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (meq/100g s)
20	6.03	10.7	0.54	0.19	0.29

(1) = Laboratorio de suelos y Agua - UNA  
= Laboratorio de suelos y Agua - UNA

El suelo es de textura franco-limosa, presenta relieve ondulado y su pendiente es moderada.

El lugar donde se estableció el ensayo no había sido sembrado por un período de dos años, encontrándose éste en

### PORCENTAJE DE NODULOS



INEFECTIVOS	69.7	23.2	48.4	10.3	22.7	5.5	0	0
EFFECTIVOS	30	76.8	51.6	89.6	77.3	94.4	0	0

### TRATAMIENTOS



Figura 3. Porcentajes de nódulos efectivos e inefectivos a los 21 dds. La Compañía, 1991.

estado de barbecho. El ensayo fue sembrado el 8 de Octubre de 1991 y cosechado el 26 de Diciembre del mismo año.

La precipitación acumulada mensual ocurrida durante el experimento, se presenta en la figura 1.

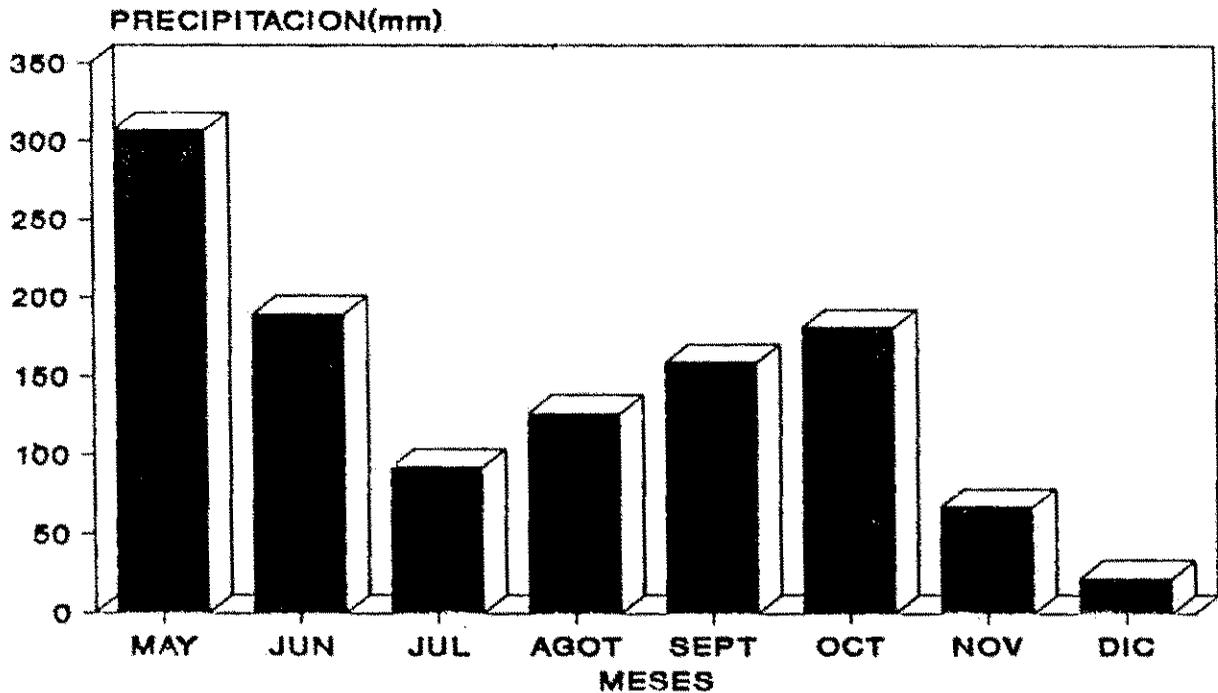


Figura 1. Precipitación ocurrida durante los meses de Mayo a Diciembre de 1991 "La Compañía".

## 2. Preparación del inoculante

El inoculante se obtuvo de cepas conservadas en tubos madres que luego se cultivaron en platos Petri con medio agar-levadura-manitol (Vincent, 1975) durante ocho días a 30 °C. Posteriormente se preparó una suspensión de bacterias en caldo levadura-manitol, para luego ser inoculada en turba finamente pulverizada (procedente del Río Medio Queso, San Carlos), hasta llevarla a un porcentaje de humedad de 35-40%.

La turba inoculada se dejó madurar durante siete días a temperatura ambiente para permitir una mayor reproducción de las bacterias e inocular así la semilla con una mayor población de dicho microorganismo.

La multiplicación de las cepas y preparación del inoculante se efectuó en el "Centro Experimental del Algodón (CEA)", ubicado en Posoltega, departamento de León.

### 3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (BCA), con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Los factores en estudio fueron cinco cepas de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* procedentes de Colombia y Costa Rica, tres testigos ( 1 testigo absoluto y 2 testigos relativos ) y una variedad de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Rev. 84.

La descripción de los tratamientos aparecen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos.

Trata- miento	Cepa	Inocu- lado	Ferti- lizado	Tipo de Fert.	Dosis kg/ha
C1	CR-436	SI	SI	12-30-10	194
C2	CR-477	SI	SI	12-30-10	194
C3	CIAT-166	SI	SI	12-30-10	194
C4	CIAT-876	SI	SI	12-30-10	194
C5	CIAT-899	SI	SI	12-30-10	194
TA	TES-ABS	NO	NO	-----	----
TR1	TES-REL <sub>1</sub>	NO	SI	12-30-10	194
TR2	TES-REL <sub>2</sub>	NO	SI	6-30-10	194

#### 4. Area experimental

Cada parcela experimental presentó las siguientes dimensiones: 8 m de largo por 4 m de ancho obteniéndose un área sembrada por parcela de 32 m<sup>2</sup>; dejándose entre parcela 2 m sin sembrar para evitar contaminaciones.

La parcela experimental consta de una parcela útil con un área de 8 m<sup>2</sup> (para calcular el rendimiento) y dos sub-parcelas con un área de 3 m<sup>2</sup> cada una para realizar observaciones de nodulación. El área total del ensayo fue de 1,024 m<sup>2</sup>.

En la figura 2 de la siguiente página se presenta la descripción de las sub-parcelas y parcela útil de una parcela experimental.

#### 5. Manejo del ensayo

La preparación del suelo se realizó de forma convencional (arado, grada, banqueada y surqueado). La distancia de siembra utilizada fue de 0.1 m entre plantas y 0.4 m entre surcos; para obtener una población de 250,000 plantas/ha.

La inoculación fue realizada en el campo directamente a la semilla antes de la siembra agregando según recomendaciones del TEA la cantidad de 600 g de inoculante por 51.8 kg de semilla por hectárea y se le agregó agua estéril hasta lograr un recubrimiento total de las semillas con el inoculante.

La siembra fue manual y se sembraron primero las parcelas no inoculadas y después las inoculadas para evitar riesgos de contaminación. Previo a la siembra se realizó la fertilización establecida.

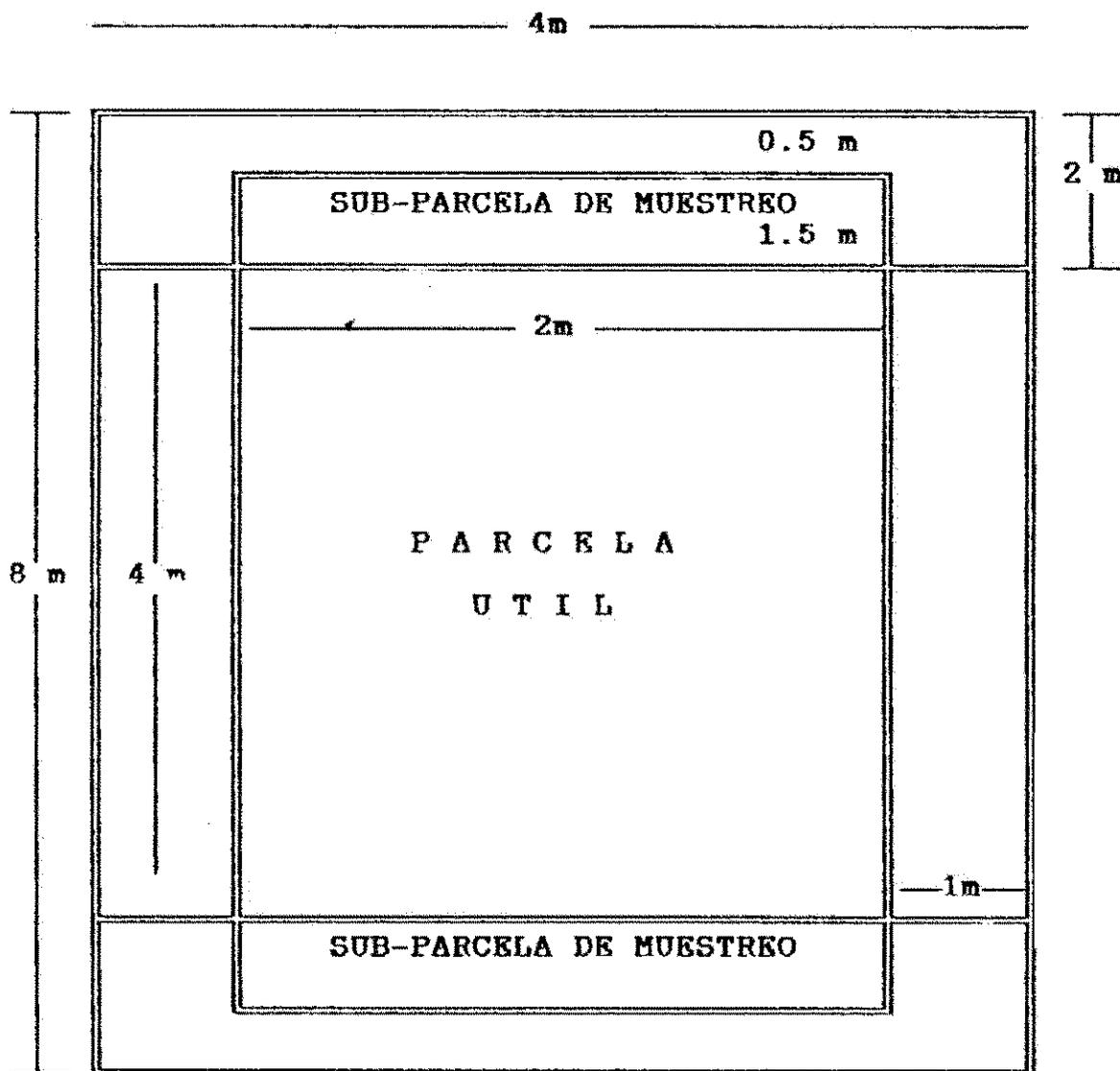


Figura 2. Descripción de la parcela experimental, sub-parcela de muestreo y parcela útil.

Las prácticas culturales de mantenimiento se limitaron al manejo de maleza realizándose limpiezas a los 10, 21, 28 dds, estas fueron manuales para evitar la influencia de herbicidas en

el desarrollo de la bacteria.

## 6. Variables medidas

Los momentos de muestreo para la nodulación se realizaron en las etapas V4, R6 y R8 del cultivo.

La etapa V4 es utilizada para revelar el éxito del tratamiento de inoculación y la infección relativa de las cepas de *Rhizobium*.

La etapa R6 es la más importante puesto que es durante esta etapa que se da la mayor cantidad de nódulos formados.

La etapa R8 nos ayuda a seleccionar las cepas de *Rhizobium* más compatibles durante el período crítico de desarrollo de las semillas (FAO, 1985b).

Las plantas para la observación de la nodulación se tomaron de cada sub-parcela de muestreo situadas en los dos extremos de la parcela experimental. Se tomaron 5 plantas al azar de cada sub-parcela, o sea, 10 plantas por tratamiento. Las plantas se sacaron del suelo cuidadosamente con un palín, con el fin de obtener la mayor cantidad posible de su sistema radical.

Para cada planta extraída se midieron las siguientes variables:

## Número de nódulos

El conteo de los nódulos se realizó en el laboratorio, las raíces se lavaron para eliminar la tierra impregnada al sistema radical y enseguida se procedió a desprender los nódulos con una pinza en una cubeta con agua contándolos y depositándolos en un vidrio reloj.

## Efectividad de los nódulos

La evaluación de la efectividad de nódulos, se determinó al momento de realizar el conteo, de manera visual, separándose los eficientes de los no eficientes.

Los nódulos efectivos son grandes y tienen internamente un color rojo o rosado intenso debido a la presencia de la hemoglobina, la cual tiene la función de suministrar oxígeno a la bacteria y proteger a la nitrogenasa del oxígeno libre (Sylvester *et al.*, 1987). El pigmento rojo se asocia con fijación activa de nitrógeno (FAO, 1985b).

## Peso seco de los nódulos

Para su evaluación se procedió al secado de los nódulos eficientes a temperatura ambiente durante 20 días envuelto en papel de envolver y posteriormente se pesaron en una balanza analítica de alta precisión.

## Peso seco de la área foliar

El área foliar fue empacada en papel de envolver, para su secado a temperatura ambiente durante 20 días. Una vez seca el

area foliar se pesó en una balanza analítica.

### Temperatura de suelo

Se realizaron medidas semanales de la temperatura de suelo a una profundidad de 20 cm usando para esto un termómetro de suelo.

### Rendimiento y sus componentes

Estas fueron evaluadas al momento de la cosecha de acuerdo a la metodología usada para tal fin. Las variables tomadas fueron: número de plantas por hectárea, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso del mil granos y rendimiento en kilogramo por hectárea.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos durante la realización del experimento se presentan en cuadros y figuras. Los datos se procesaron usando ANDEVA y se utilizó la prueba de rangos múltiples de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ).

Las variables de nodulación y peso seco de área foliar se presentan en los cuadros 3, 4 y 6. Los cuadros 5, 9 y 10 muestran el aumento porcentual de los tratamientos con respecto al testigo absoluto. Las figuras 3, 4 y 5 nos muestran el porcentaje de nódulos efectivos de la nodulación en las diferentes etapas de evaluación. El cuadro 7 compara las propiedades químicas de La Compañía y Los Altos Masaya. La escala de nodulación del CIAT aparece en el cuadro 8. El análisis estadístico del rendimiento de grano se presenta en el cuadro 11.

#### 1. Influencia sobre la nodulación

En la primera evaluación (cuadro 3) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El testigo absoluto tuvo la mayor cantidad de nódulos totales por planta (1.8); de estos el 94.4% resultaron efectivos (1.7).

De los tratamientos inoculados la cepa CIAT-166 obtuvo la mayor cantidad de nódulos totales (1.55), de los cuales el 51% fueron efectivos (0.8), seguido del tratamiento CIAT-876 que presentó un promedio de 1.45 nódulos totales, siendo el 89.7% nódulos efectivos (1.3). Los demás tratamientos tuvieron un promedio no mayor de 0.9 nódulos por planta, con excepción de los

tratamientos TR1 y TR2 que no nodularon.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en la nodulación, peso seco de nódulos y peso seco de área foliar a los 21 días después de la siembra (1) finca experimental "La Compañía". Carazo, octubre, 1991.

TPAT	NUMERO DE NODULOS					*PSDN (2) mg/pta	PSAF (2) g/pta
	*EF	%	*INEF	%	*TOTAL		
C1	0.10 a	30.0	0.23 a	70.0	0.33 a	0.06 a	1.77a
C2	0.43 a	76.8	0.13 a	23.2	0.56 a	0.28 a	2.03a
C3	0.80 a	51.6	0.75 a	48.4	1.55 a	0.45 a	2.07a
C4	1.30 a	89.6	0.15 a	10.4	1.45 a	0.41 a	2.07a
C5	0.68 a	77.3	0.20 a	22.7	0.88 a	0.25 a	1.96a
TA	1.70 a	94.4	0.10 a	6.6	1.80 a	1.63 a	1.25b
TR1	0.00 a	0.0	0.00 a	0.0	0.00 a	0.00 a	1.91a
TR2	0.00 a	0.0	0.00 a	0.0	0.00 a	0.00 a	1.69a
ANDEVA	N.S		N.S		N.S	N.S	S
CV	64.84		31.96		72.35	51.74	12.63

FSDN= Peso Seco de Nódulos

FSAF= Peso Seco de Area Foliar

(1) Valores promedios de 40 plantas

(2) Secado a temperatura ambiente

\* Con transf. raíz cuad. (X + .5)

Nivel de confianza= 95%

El mayor número de nódulos obtenido por el testigo absoluto en la primera evaluación es un indicativo de la presencia de cepas nativas en el suelo y su habilidad para infectar primero las raíces, debido a siembras anteriores de frijol en esta área. Esto concuerda con Hubbell (1986), el cual menciona que existen casos en los que las cepas nativas pueden ser superiores a las estudiadas en una determinada condición debido a que se han adaptado a condiciones ambientales que son únicas para ese suelo, formando una situación en que las cepas evaluadas no pueden competir con las nativas por sitio de infección en las raíces de

la leguminosa huésped. La falta de nodulación del TR1 y TR2 nos hace suponer que las cepas nativas son sencibles a las dosis de nitrógeno que recibieron. Las aplicaciones de nitrógeno generalmente reducen la nodulación (Dart y Wildon, 1970; Talavera, 1989).

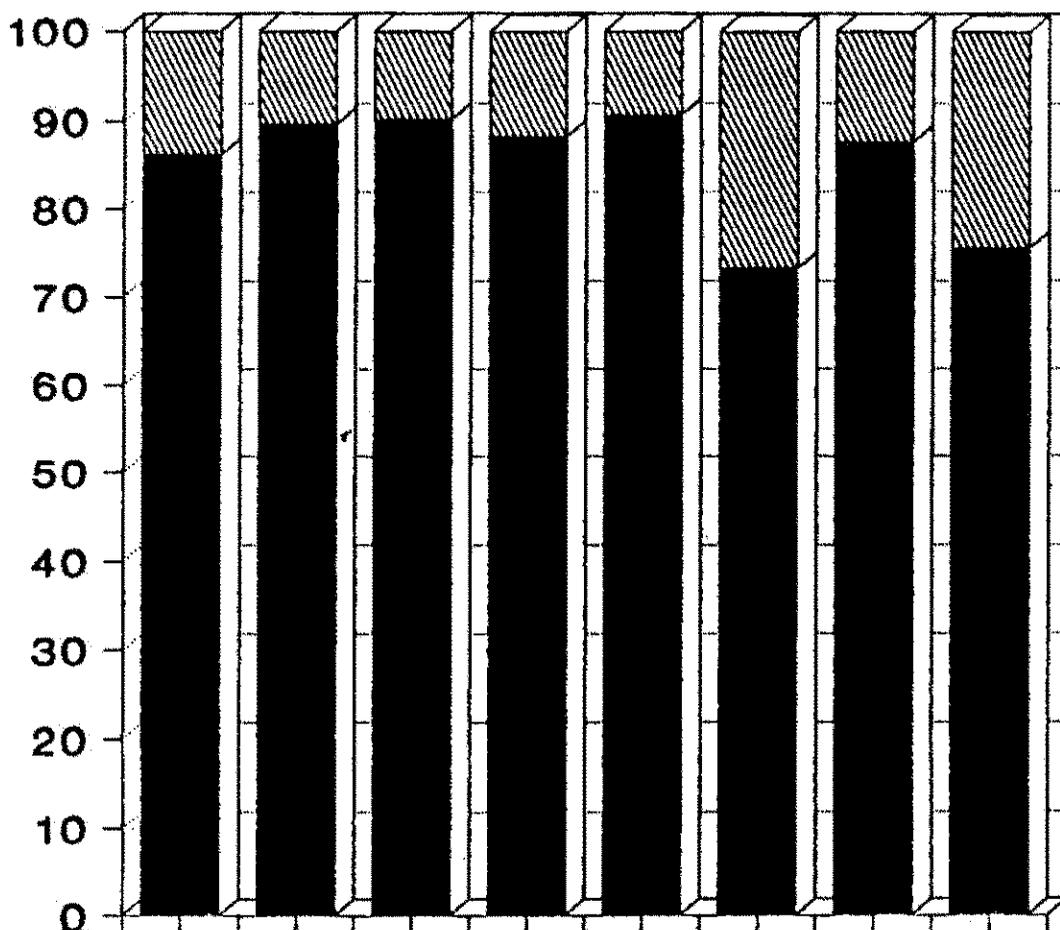
En la segunda evaluación (cuadro 4), aún sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, se observó claramente un aumento en el número de nódulos totales por planta en los tratamientos inoculados.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en la nodulación, peso seco de nódulos y peso seco de área foliar a los 36 días después de la siembra (1) finca experimental "La Compañía". Carazo, noviembre, 1991.

TRAT	NUMERO DE NODULOS					*PSDN (2) mg/pta	PSAF (2) g/pta
	*EEF	%	*INEF	%	*TOTAL		
C1	20.68 a	86.2	3.30 a	13.8	23.98 a	24.85 a	9.91a
C2	19.43 a	89.6	2.25 a	10.4	21.68 a	18.44 a	9.77a
C3	13.93 a	90.1	2.43 a	9.9	15.46 a	16.12 a	10.34a
C4	17.05 a	88.2	2.28 a	11.8	19.33 a	8.96 a	9.71a
C5	19.73 a	90.6	2.05 a	9.4	21.78 a	22.66 a	10.62a
TA	3.78 a	73.2	1.38 a	26.8	5.16 a	3.62 a	6.71b
TR1	9.50 a	87.6	1.35 a	12.4	10.85 a	4.77 a	9.48a
TR2	2.78 a	75.6	0.90 a	24.4	3.68 a	4.00 a	8.94a
ANDEVA	N.S		N.S		N.S	N.S	S
* CV	68.26		51.84		66.08	85.49	14.46

FSDN= Peso Seco de Nódulos  
 PSAF= Peso Seco de Area Foliar  
 (1) Valores promedios de 40 plantas  
 (2) Secado a temperatura ambiente  
 \* Con transf. raíz cuad. (X + .5)  
 Nivel de confianza= 95%

## PORCENTAJE DE NODULOS



	C1	C2	C3	C4	C5	TA	TR1	TR2
INEFECTIVOS	13.8	10.4	9.9	11.7	9.4	26.7	12.4	24.4
EFFECTIVOS	86.2	89.6	90.1	88.2	90.6	73.2	87.6	75.5

### TRATAMIENTOS

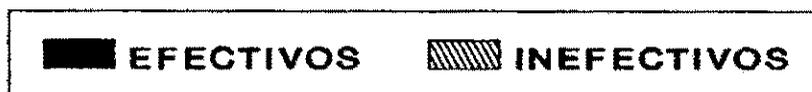


Figura 4. Porcentajes de nódulos efectivos e inefectivos a los 36 dds. La Compañía, 1991.

La cepa CR-436 presentó 23.98 nódulos, de los cuales el 86.24% fueron efectivos (20.68), seguido de la cepa CIAT-899 que tuvo una cantidad de 21.78 nódulos totales por planta; de los cuales el 91% fueron efectivos (19.7). Los testigos tuvieron un promedio bajo en el número de nódulos por planta, siendo el testigo relativo uno (TR1) el que formó mayor número de nódulos con 10.85, de estos el 87.56% (9.5) fueron efectivos.

Al comparar los porcentajes de efectividad nodular (EN) de los tratamientos con el tratamiento control (TA), (Cuadro 5) se observa que todos, a excepción del TR2, fueron superiores en EN, en un rango que va desde 151 hasta 447%. Destacándose la cepa CR-436 seguido de la cepa CIAT-899.

Cuadro 5. Comparación porcentual de los tratamientos con respecto al testigo absoluto 36 DDS.

Tratamientos	Porcentaje de Nódulos			PSDN mg/pta	PSAF g/pta
	Eficiente	Ineficiente	Total		
CR-436	547	239	465	686	148
CR-477	514	163	420	509	146
CIAT-166	369	176	300	445	154
CIAT-876	451	165	375	248	145
CIAT-899	522	149	422	626	158
TES-ABS	100	100	100	100	100
TES-REL1	251	98	210	132	141
TES-REL2	74	65	71	110	133

PSDN= peso seco de nódulo

PSAF= peso seco de área foliar

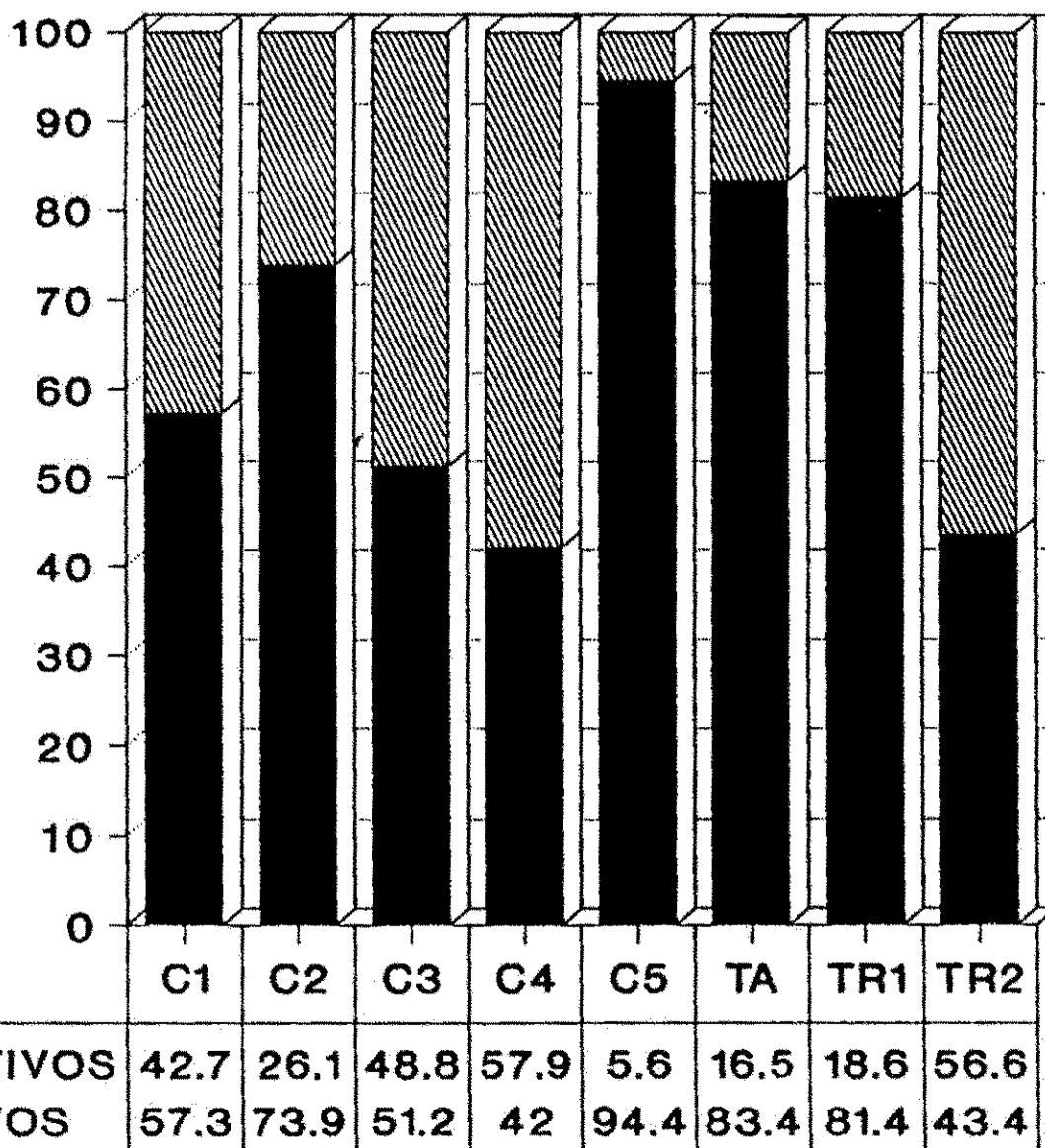
Los mayores promedios de nódulos totales encontrados en los tratamientos inoculados en la segunda evaluación demuestran un efecto tardío de la inoculación, debido posiblemente a un período

etapa podemos decir que la cepa CR-436 es la que mayor infectividad y efectividad nodular tuvo, seguida de la cepa CIAT-899; los demás tratamientos tuvieron una capacidad de infectividad y efectividad menor.

Todos los tratamientos presentaron nodulación en mayor cantidad durante la segunda etapa y en las raíces secundarias, lo que indica que la infectividad de las cepas fue tardía, ya que de manera contraria la mayoría de los nódulos se concentraría en la corona de la raíz.

El análisis químico de suelo realizado encontró una baja disponibilidad de fósforo y potasio (cuadro 1), que explicaría en parte la baja nodulación obtenida en el experimento. Una de las actividades fisiológicas de la planta que puede verse afectada por la fijación del fósforo en el suelo es la formación de los nódulos en las raíces de las leguminosas (Boucher *et al.*, 1986; Talavera, 1989). Roskoski (1986) demostró que el máximo beneficio de la Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), sólo es posible cuando todos los otros factores de crecimiento no están limitantes / Un óptimo sistema de FBN compuesto de la mejor cepa de *Rhizobium* aplicada en la mejor formulación de inoculantes, no proveerá máximo beneficio si es aplicada a plantas que están creciendo bajo condiciones deficientes de fósforo / Resultados científicos recientes han demostrado que si se mejora la nutrición potásica de las plantas hospedantes, la fijación bacteriana del nitrógeno atmosférico aumenta considerablemente, al favorecer el potasio la traslocación de carbohidratos desde

## PORCENTAJE DE NODULOS



### TRATAMIENTOS



Figura 5. Porcentajes de nódulos efectivos e inefectivos a los 51 dds. La Compañía, 1991.

inicial de adaptación de la bacteria, o por la competencia con los *Rhizobium* nativos, así como a la presencia de condiciones desfavorables para la multiplicación de la bacteria en el suelo; fundamentalmente, la elevada cantidad de nitrógeno en el suelo (cuadro 1) y la que se mineraliza al realizarse la labranza convencional. Vincent (1970) menciona que la preparación del suelo por métodos convencionales tiene la ventaja de asegurar una buena germinación, el crecimiento de la leguminosa y el control de las malezas. Sin embargo, esto frecuentemente produce suficiente mineralización del nitrógeno del suelo que puede limitar o atrasar los efectos de la inoculación.

En la tercera evaluación (cuadro 6), sin haberse detectado diferencias significativas, se observó una disminución en la cantidad de nódulos formados por tratamiento. Los tratamientos Inoculados CR-436, CIAT-899 y CR-477 presentaron los mayores promedios de nódulos totales, siendo la cepa CR-436 la que obtuvo mayor número de nódulos con 19.33, de los cuales el 57.32% (11.08) nódulos fueron efectivo, seguido del tratamiento CIAT-899 con 9 nódulos totales por planta, de estos el 94.44% (8.5) fueron efectivos. Los testigos (Absoluto, relativo uno y dos) presentaron promedio entre 4 y 6.7 nódulos totales por planta.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos en la nodulación, peso seco de nódulos y peso seco de área foliar a los 51 días después de la siembra (1) finca experimental "La Compañía". Carazo, noviembre, 1991.

TRAT	NUMERO DE NODULOS					*PSDN (2) mg/pta	PSAF (2) g/pta
	*EF	%	*INEF	%	*TOTAL		
C1	11.08 a	57.3	8.25 a	42.7	19.33 a	30.14 a	19.71a
C2	6.10 a	73.9	2.15 a	26.1	8.25 a	15.13 a	17.98a
C3	2.33 a	51.2	2.22 a	48.8	4.55 a	10.20 a	19.48a
C4	2.38 a	42.0	3.28 a	57.9	5.66 a	8.92 a	17.95a
C5	8.50 a	94.4	0.50 a	5.6	9.00 a	13.22 a	19.89a
TA	5.65 a	83.4	1.12 a	16.5	6.77 a	10.11 a	15.83a
TR1	5.48 a	81.4	1.25 a	18.6	6.73 a	12.39 a	15.62a
TR2	1.75 a	43.4	2.28 a	56.6	4.03 a	8.78 a	17.55a
ANDEVA	N.S		N.S		N.S	N.S	N.S
% CV	69.32		42.05		64.56	70.66	14.58

PSDN= Peso Seco de Nódulos

PSAF= Peso Seco de Area Foliar

(1) Valores promedios de 40 plantas

(2) Secado a temperatura ambiente

\* Con transf. raíz cuad. (X + .5)

Nivel de confianza= 95%

La disminución en cuanto al promedio de nódulos totales por tratamiento se vio acompañada por la senescencia de los nódulos formados con anterioridad; producto de la etapa fisiológica en que se encuentra el cultivo, ya que la mayor cantidad de carbohidratos son utilizados para la formación y llenado de las vainas, afectando la simbiosis. Graham, (1981); McFerson *et al.*, (1981) mencionan que la condición de floración/maduración temprana o hábito de crecimiento determinado de la variedad influyen negativamente sobre la nodulación y fijación de nitrógeno hasta un nivel desconocido.

De acuerdo a los datos observados en la segunda y tercera

las hojas hacia las raíces y los nódulos de las mismas, y al aumentar la asimilación y conversión de nitrógeno molecular en los nódulos (IIP, ¿1979?).

El uso de una variedad en el experimento pudo haber influido en la capacidad de expresión de las cepas al no ser compatibles Vincent (1970) afirma que el uso de un solo genotipo de la planta hospedera trae como consecuencia resultados de significado limitado y altamente asociado a este genotipo; además, si este genotipo posee una reducida capacidad simbiótica producirá una respuesta limitada a la inoculación.

Al comparar esta respuesta de nodulación con un ensayo preliminar realizado en los Altos de Masaya, en época de primera del mismo año, con la misma variedad y cepas bajo condiciones diferente de suelo (cuadro 7), dio como resultado una mayor nodulación encontrándose promedios entre 20 y 90 nódulos por plantas, debido, posiblemente, a la presencia de baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo, una moderada disponibilidad de fósforo y una elevada cantidad de potasio en el suelo. Además de haberse medido una temperatura de suelo promedio de 24 °C en los Altos, la que fue más alta en comparación a la determinada en La Compañía que fue de 20 °C, que pudo tener influencia sobre la nodulación obtenida ya que la temperatura óptima para la nodulación está entre 25 y 30 °C (Sylvester et al., 1987).

Cuadro 7. Comparación de las propiedades químicas de suelo de "los Altos, Masaya y finca experimental La Compañía, Carazo" (1).

LUGAR	pH	% M.O	% N	P (2)	K (3)
LA COMPAÑIA	6.03	10.73	0.54	0.19	0.29
LOS ALTOS	7.1	4.85	0.24	2.62	1.62

(1)= Laboratorio de Suelos y Aguas - UNA  
 (2)= mg/kg suelo  
 (3)= meq/100g suelo

Según la escala de nodulación (cuadro 8) elaborada por el CIAT (1987), podemos decir que la variedad de frijol Rev. 84, con las cepas estudiadas y bajo las condiciones ambientales del Centro Experimental La Compañía en la época de postrera (1991), es una especie pobre en el establecimiento de una simbiosis efectiva. Cabe señalar que dicha escala se aconseja aplicar para el momento de máxima floración (Rs).

Cuadro 8. Nodulación producida por *Rhizobium* spp.

Escala	Número de nódulos rojos Frijol Arbustivo
1. Excelente	Más de 80
3. Buena	41-80
5. Intermedia	21-40
7. Pobre	10-20
9. Muy Pobre	Menos de 10

## 2. Influencia sobre el peso seco de nódulos (PSDN)

En la primera evaluación (cuadro 3) no se encontraron diferencias significativas entre los PSDN de los tratamientos, sin embargo se observó que el mayor PSDN lo obtuvo el testigo

absoluto con 1.63 mg por planta, esto supera en un 72 y 75% (cuadro 9) a los dos mejores tratamientos inoculados CIAT-166 y CIAT-876 que obtuvieron 0.45 y 0.41 mg por planta respectivamente.

**Cuadro 9. Comparación porcentual de los tratamientos con respecto al testigo absoluto 21 DDS.**

Tratamientos	Porcentaje de Nódulos			PSDN mg/pta	PSAF g/pta
	Eficiente	Ineficiente	Total		
CR-436	6	230	18	4	142
CR-477	25	130	31	17	162
CIAT-166	47	750	86	28	166
CIAT-876	76	150	81	25	166
CIAT-899	40	200	49	15	157
TES-ABS	100	100	100	100	100
TES-REL1	0	0	0	0	153
TES-REL2	0	0	0	0	135

PSDN= peso seco de nódulo

PSAF= peso seco de área foliar

En la segunda evaluación (cuadro 4) no se obtuvieron diferencias significativas entre los PSDN, pero los tratamientos inoculados presentaron los mayores promedios en comparación a los testigos (Absoluto y Relativos). La cepa CR-436 fue la que obtuvo un promedio mayor de PSDN con 24.85 mg por planta, esto supera en un 586% al testigo absoluto y en un 554% al TR1, siguiéndole la cepa CIAT-899 con 22.66 mg por planta que supera al testigo absoluto y al TR1 en 526 y 494% respectivamente (cuadro 5).

En la tercera evaluación (cuadro 6) no se obtuvo diferencias significativas en el PSDN, manteniendo los tratamientos inoculados mayores promedios en el PSDN a excepción de la cepa

Cuadro 11. Resultados de datos sobre evaluación de rendimiento. Finca experimental "La Compañía". Carazo, 1991.

TRATAMTOS	NUMERO DE			PESO SECO MIL SEMI- LLAS (g)*	RENDI- MIENTO kg/ha
	DE PTAS/HA	VAINAS POR PTA	GRANOS POR VAINA		
CR-436	145625 a	22.9 a	4.2 a	138.2 a	1285 a
CR-477	132187 a	25.5 a	4.2 a	143.6 a	1119 a
CIAT-166	123750 a	23 a	4.6 a	144.4 a	1240 a
CIAT-876	118750 a	26.8 a	4.4 a	139.6 a	1125 a
CIAT-899	138437 a	23.8 a	4.4 a	137.1 a	1222 a
TA	130312 a	24.7 a	4.6 a	140.6 a	1133 a
TR1	129062 a	23.2 a	4.3 a	132.2 a	1241 a
TR2	135625 a	23.4 a	4.2 a	138.6 a	1174 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	13.64	16.44 ,	6.99	5.89	15.45

\* 14% de Humedad  
Nivel de confianza= 95%

#### Influencia sobre la población de plantas

Para la variedad revolución 84 la densidad óptima de plantas es de 250000 por hectárea (Tapia, 1987).

No se presentó deferencia significativas entre los tratamientos. La mayor población de plantas la obtuvo el tratamiento inoculado CR-436 con 145625 plantas por hectárea, seguido de la cepa CIAT-899 que tuvo 138437 plantas por hectárea; mientras que la cepa CIAT-876 alcanzó el más bajo promedio con 118750 plantas por hectárea. Los testigos absoluto y relativos (TR1 y TR2) tuvieron promedios de 130312, 129062 y 135625 respectivamente.

Estas poblaciones son bajas respecto a la adecuada, debido a una emergencia no óptima y daños mecánicos en una etapa

CIAT-876 que obtuvo valores similares a los tratamientos no inoculados. La cepa CR-436 con un promedio de 30.14 mg por planta superó en un 198 y 175% al testigo absoluto y TR1 respectivamente. Seguido de la cepa CR-477 que obtuvo 15.13 mg por planta, superando al TA y TR1 en 50 y 27% respectivamente (cuadro 10).

El incremento del PSDN que se observa en los cuadros de nodulación (4 y 6) durante las etapas II y III en los tratamientos inoculados, con respecto a los tratamientos testigos (Absoluto, relativo 1 y 2 ) fde, posiblemente, influenciado por las cepas inoculadas al aumentar el número de los nódulos formados o por la aplicación o presencia de nitrógeno en exceso en el suelo que pudo haber inhibido, reducido o atrasado el establecimiento de la simbiosis en los tratamientos testigos (Peck y MacDonald, 1984).

Cuadro 10. Comparación porcentual de los tratamientos con respecto al testigo absoluto 51 DDS.

Tratamientos	Porcentaje de Nódulos			PSDN mg/pta	PSAF g/pta
	Eficiente	Ineficiente	Total		
CR-436	196	734	286	298	125
CR-477	108	192	122	150	114
CIAT-166	41	198	67	101	123
CIAT-876	42	293	84	88	113
CIAT-899	150	45	133	131	126
TES-ABS	100	100	100	100	100
TES-REL1	97	112	99	123	97
TES-REL2	31	204	60	87	111

PSDN= peso seco de nódulo

PSAF= peso seco de área foliar

### 13. Influencia sobre el peso seco foliar (PSAF)

En la etapa 3<sup>ra</sup> hoja trifoliada (cuadro 3) se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos inoculados y los testigos relativos fueron superiores al testigo absoluto. Los tratamientos que obtuvieron un mejor rendimiento en materia seca fueron las cepas CIAT-166, CIAT-876 y CR-477 con promedios de 2.07, 2.07 y 2.03 g por planta, superando entre un 66 y 62% al testigo absoluto y al TR1 entre un 13 y 9% (cuadro 9).

En la etapa de floración (cuadro 4) se detectó diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el testigo absoluto el que menor PSAF obtuvo en relación a los tratamientos testigos relativos e inoculados. Destacándose las cepas CIAT-899 y CIAT-166 que obtuvieron promedios de 10.62 y 10.34 g por planta de PSAF, superando al testigo absoluto en 58 y 54% y al TR1 en 17 y 13% respectivamente (cuadro 5) .

Las diferencias encontradas en las dos primeras evaluaciones, probablemente, debido a una respuesta por parte del cultivo a la inoculación y a la fertilización realizada, que demuestran la importancia de proporcionar al cultivo las condiciones para lograr una mayor vigorosidad a través de una buena fertilización o mejorando la FBN. Sin embargo, al comparar los mejores promedios de materia seca alcanzados se observa que los tratamientos inoculados obtuvieron los mejores PSAF, lo que indica que las cepas inoculadas contribuyeron a una mayor acumulación de nitrógeno en las plantas y por lo tanto, a

alcanzar un mayor vigor (Sylvester *et al.*, 1987).

En la etapa de llenado de grano (cuadro 6) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos inoculados tuvieron mejores PSAF que los testigos, destacándose las cepas CIAT-899 y CR-436, las cuales superaron en un 26 y 25% al TA y en un 29 y 28% al TR1 (cuadro 10).

Sylvester *et al.*, (1987) menciona que el vigor vegetativo relacionado muchas veces con la fijación de nitrógeno, esto nos llevaría a considerar que el mayor peso obtenido por las cepas antes dicha puede deberse a que obtuvieron los máximos contenidos de nitrógeno, destacándose en todas las evaluaciones la cepa CIAT-899.

#### 4. Influencia sobre el rendimiento

En el cuadro 11 se presentan los parámetros que se toman en cuenta para determinar el rendimiento, tales como número de plantas por hectárea, número de granos por vainas, número de vainas por planta, peso de mil granos y rendimiento en kilogramos por hectárea.

## Peso de mil granos

El peso promedio de mil granos de la variedad es de 159 g al 14% de humedad (Tapia, 1987).

No se presentaron diferencias significativas para la variable estudiada. El mayor promedio correspondió a la cepa CIAT-166 con 144.4 g seguido por la cepa CR-477 con 143.56 g, mientras que el testigo absoluto y los testigos relativos uno y dos presentaron promedios de 140.56, 132.24 y 138.55 g respectivamente. Estos valores son ligeramente bajos con respecto al potencial de la variedad.

## Rendimiento por tratamiento

Esta variedad presenta un rendimiento promedio de 1529 kg/ha (Tapia, 1987).

Aunque el promedio de los tratamientos inoculados no mostró diferencias significativas en relación al promedio de los tratamientos testigos (Absoluto y relativos 1 y 2), puede notarse que el mayor rendimiento lo presenta el tratamiento inoculado CR-436 con 1,285 kg/ha, debido, probablemente, al mayor número de plantas por hectárea alcanzada; seguido por el TR1 con 1,241.1 kg/ha, mientras que el menor promedio lo obtuvo la cepa CIAT-876 con 1,124.8 kg/ha. Estos rendimientos son moderadamente bajos tomando en cuenta su potencial de producción, esto se puede explicar por la baja población de plantas por hectárea y al peso de mil granos alcanzado en el experimento.

Al comparar los datos de nodulación con los de rendimiento se observa que el tratamiento inoculado CR-436, en general, presentó la mayor cantidad de nódulos y de masa nodular en las raíces y a su vez produjo el mayor rendimiento de grano. Sin embargo, se observa que el testigo relativo 2 tuvo una pobre nodulación con una buena producción de grano (segundo mayor rendimiento), mientras que los tratamientos inoculados CR-477 y CIAT-899 que fueron los segundos mejores promedios en abundancia nodular no obtuvieron este mismo orden en el rendimiento de grano. Esto concuerda con lo observado por García (1988) y Quillupangui (1989) quienes reportaron que un incremento en la nodulación no siempre se expresa en un mayor incremento en el rendimiento.

#### IV. CONCLUSIONES

Apartir de los resultados obtenidos y en las condiciones que se desarrolló el experimento; podemos concluir que:

Los resultados sugieren que dentro de las cepas evaluadas existen algunas con mayor capacidad noduladora, aunque no se puede explicar bien su efecto en el rendimiento.

Aunque no hubo diferencias significativas, la cepa CR-436 fue la que presentó una mayor capacidad de infectividad en el sistema radicular.

La cepa CIAT-899 obtuvo el mayor porcentaje de eficiencia nodular.

El tratamiento CIAT-899 fue el que obtuvo mayor acumulación de materia seca.

La eficiencia de las cepas evaluadas no se pudo medir al no determinarse la capacidad de fijación de nitrógeno.

Consideramos que la población nativa de *Rhizobium*, no estaba en la calidad y cantidad adecuada para establecer una óptima simbiosis con la variedad.

Un mayor incremento en la nodulación no produjo un mayor rendimiento.

- La inoculación de esta variedad con diferentes cepas de *Rhizobium* no produjo un incremento significativo en el rendimiento, en comparación con los tratamientos no inoculados.

## V. RECOMENDACIONES

- En posteriores evaluaciones de cepas de *Rhizobium* debe determinarse la cantidad de nitrógeno fijado.
- Las investigaciones posteriores sobre Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), deben estudiar el potencial de las cepas nativas de las zonas frijoleras de nuestro país a fin de seleccionar aquellas que presenten las mejores características.
- Realizar estudios en los cuales se amplíen o mejoren el planteamiento de los tratamientos, evitando así la limitación de los resultados sobre la fijación biológica de nitrógeno (FBN).

## VI. LITERATURA CITADA

- Alemán, F.; Tercero, I. 1991. Inventario de la Información Generada en Agronomía (Relaciones Clima - Suelo - Planta - Hombre) en Granos Básicos: Arroz, Maíz, Sorgo y Frijol en Nicaragua. Managua, Nicaragua, UNA. p 5.
- Boucher, ...[et al]. 1986. Nodulación de Ocho Variedades de Frijol en un Suelo Fijador en Nicaragua. CEIBA (Honduras) 27 (1): 81-87.
- Bowen, D.E. y Kratky, B. 1982. Nitrógeno: Fijación Biológica en Leguminosas Tropicales. Agricultura de las Américas (E.U.A.) 31 (12): 12-20.
- CIAT. 1987. Sistema Estandar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. Cali, Colombia. p 15.
- Dart, P.J. and Wildon, D.C. 1970. Agricultural Explotation. In Effects of Combined Nitrogen On Nodulation and Growth of *Phaseolus vulgaris* L. Vol 16, p 303-311.
- FAO. 1985. La Fijación de Nitrógeno en la Explotación de los Suelos. (Boletín de Suelos Nº 49). p 32.
- \_\_\_\_\_. 1985a. Manual Técnico de la Fijación Biológica de Nitrógeno. Roma.

FAO 1985b. Inoculantes para Leguminosa y Su Uso. Roma. 61p.

Franco, A.A. and Döbereiner, J. 1967. Especificidade Hospedeira na Simbiosis Com *Rhizobium*-Feijao e Influencia de Diferentes Nutrientes. Pesquisa Agropecuaria (Brasil) 2: 467-474.

Garcia, A.M. 1988. Comportamiento de Seis Cepas de *Bradyrhizobium japonicum* en el Cultivo de la Soya (*Glycyne max* L. Merr. var. "Cristalina"). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, ISCA. 25 p.

Graham, P.H. 1981. Plant Factors Affecting Symbiotic Nitrogen Fixation In Legumes. In Graham, P. H.; Harris, S. C. Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture. Cali, Colombia, CIAT. p 27-34.

Hubbell, D.H. 1986. Producción y Uso de Inoculantes. CEIBA (Honduras) 27 (1): 17-22.

Instituto Internacional de la Potasa. ¿1979? El Potasio en las Plantas. (Guía de Extensión Nº 2). Suiza, Worblanfen-Bern 11 p.

- León, E.; Acuña, O.; Ramírez, C. 1986. Reproducción y Sobrevivencia de *Rhizobium japonicum* en Inoculantes a Base de Turba en Costa Rica. CEIBA (Honduras) 27 (1): 129-137.
- McFerson, I.; Bliss, F.A.; Rosas, J.C. 1981. Selection for Enhanced Nitrogen Fixation in Common Beans, *Phaseolus vulgaris* L. In Graham, P.H.; Harris, S.C. Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture. Cali, Colombia. p 39-44.
- Peck, N.H. and MacDonald, G.E. 1984. Snap Bean *Phaseolus vulgaris* L. var. Humilis Cultivar Bush Blue Lake 47 Plant Responses to Nitrogen Fertilization. Agronomic Journal (EUA) 76: 247.
- Quillupangui, G.G. 1989. Efecto de la Sequía y la Fertilización Nitrogenada en la Fijación Biológica de Nitrógeno y Rendimiento de Dos Especies de *Phaseolus*. Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Honduras, EAP. 39 p.
- Roskoski, J.P. 1986. Ensayos de Selección de Cepas y Respuesta a la Inoculación. CEIBA (Honduras) 27 (1): 148.
- Rosas, J.C.; Bliss, F.A. 1986. Mejoramiento Genético de la Capacidad de Fijación Biológica de Nitrógeno en el Frijol Común. CEIBA (Honduras) 27 (1): 95-104.

- Rosas, J.C.; Bliss, F.A. 1986a. Principios y Práctica para la Conducción de Ensayos Sobre la Fijación de Nitrógeno en Condiciones de Campo. CEIBA (Honduras) 27 (1): 23-39.
- Ruschel A.P.; Saito, M.T. and Tulman N.A. 1979. Eficiência da Inoculacao de *Rhizobium* en *Phaseolus vulgaris* L. I- Efeito de Fontes de Nitrogenio e Cultivares. Ciencia Solo (Brasil) 3: 13-17.
- Sylvester, B.R.; Kipe, J.A.; Harris, F.J. 1987. Simbiosis Leguminosa - Rhizobio: Evaluación, Selección y Manejo [Guía de Estudio Audiotutorial]. Cali, Colombia, CIAT. 67 p.
- Talavera, T. 1989. Impacts of P and N Fertilizers on Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Growth, Nodulation and P and N Uptake a Pot Experiment. In Assessment of the Impacts of P and N Fertilizers on Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in a Volcanic Soil in Pot and Field Experiments. Swdish University of Agricultural Sciences (Sweden) 2: 1-9.
- Tapia, B.H. 1987. Variedades Mejoradas de Frijol Con Grano Rojo para Nicaragua. Managua, Nicaragua, ISCA. 25 p.

Tapia, B. H.; Camacho, H.A. 1988. Manejo Integrado de la Producción de Frijol Basado en Labranza Cero. Managua, Nicaragua, GTZ. p 13-35.

Velásquez y Aguilera. 1984. Estudio en Frijol del Daño Causado a la Nodulación por Insectos Rhizobiófagos y del Efecto de la Inoculación de *Rhizobium phaseoli* Con Dos Niveles de Encalado al Suelo. En Memorias del II Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas; (20-24 febrero 1984). Guatemala. p: 618-629.

Vincent, J.M. 1970. Principios y Práctica para la Conducción de Ensayos Sobre la Fijación de Nitrógeno en Condiciones de Campo. CEIBA (Honduras) 27 (1): 23-39.

1975. Manual Práctico de Rhizobiología. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 200 p.