

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

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Incremento de la productividad de frijol común  
(*Phaseolus vulgaris* L.) a nivel de finca mediante la  
inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseoli***

### **AUTOR**

**Br. Alexis Martín Mendoza Espinoza**

### **ASESOR**

**Lic. MSc. Gustavo Valverde Reyes  
Ing. Agr. MSc. Telémaco Talavera Siles**

**Junio, 1998  
Managua, Nicaragua**



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

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Incremento de la productividad de frijol común  
(*Phaseolus vulgaris* L.) a nivel de finca mediante la  
inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseoli***

**AUTOR**

Br. Alexis Martín Mendoza Espinoza

**TESIS**

Presentada a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como  
Requisito final para obtener el grado profesional de Ingeniero Agrónomo

Junio, 1998  
Managua, Nicaragua

## DEDICATORIA

A **Dios, Jesucristo**, por iluminarme, protegerme y haberme dotado de un espíritu humano y de superación indestructible.

A mi Madre: **Profesora Magda Espinoza Rodríguez** quien me forjó con amor y sacrificio.

A mi Abuela: **Martina Rodríguez Gutiérrez**, por ser uno de los pilares fundamentales en mi formación profesional.

A mis Tíos: **Marta Altamirano y Pablo Enrique Rodríguez**, por sus consejos y ayuda.

A mis queridos Hermanos: **Magdiel y Enier Flores Espinoza**, quienes me sirvieron de aliento para salir adelante.

A la **Ingeniero Agrónomo: Martina Meyrat N.** por su colaboración y ayuda incondicional en la cristalización de este triunfo.

Al **Ingeniero Agrónomo: Sergio Espinoza H.**, por su apoyo, consejos y por ser ejemplo formativo en mi carrera profesional.

Al **Ingeniero Agrónomo MSc. Marcos Guatemala** y al **Doctor Agrónomo Henry Pedroza Pacheco** por su colaboración incondicional para lograr el ingreso a la Universidad.

A los pequeños productores de mi país, que son la base y el cimiento de nuestra economía.

*Alexis Martín Mendoza Espinoza*

## AGRADECIMIENTO

El autor agradece de manera especial a los asesores de este trabajo de diploma:

**Licenciado MSc. Gustavo Valdeverde R.** e **Ingeniero Agrónomo MSc. Francisco Telémaco Talavera Siles** por la asesoría, ayuda y orientación brindada durante el desarrollo de este trabajo científico, no sólo como asesores sino como amigos incondicionales que me brindaron todo su apoyo y confianza.

Al **Señor Isidro Flores Palacios**, por su apoyo en muchos aspectos de mi vida profesional.

Al **Señor Alfonso Altamirano B.**, por sus consejos.

Al **Licenciado Jorge Téllez Campos**, por sus consejos profesionales.

Al **Licenciado Aroldo Altamirano B.**, por su incondicional ayuda.

Al **Ingeniero Agrícola MSc. Henry González R.**, por sus orientaciones, enseñanza y formación profesional.

Al **Doctor Agrónomo Víctor Blandón R.**, por su cooperación para la ejecución de este trabajo experimental.

A la **Licenciada Leyla Moreno**, por brindarme todo su apoyo cuando ingresé a la Universidad.

A **Maritza, Katy y Blanca** por su colaboración en la revisión de la literatura y búsqueda de la información en el **CENIDA**.

Al **Señor Daniel Herrera e hijos** por haberme facilitado la finca para que este experimento se llevara a efecto.

Al departamento de becas, especialmente a la **Licenciada Idalia Casco** por la ayuda que me brindó en los cinco años de mi carrera profesional.

Al **Ingeniero Agrónomo MSc. Moisés Blanco Navarro** e **Ingeniero Agrónomo Marvin Fornos** por sus valiosos aportes y sugerencias a esta labor científica.

A la **Universidad Nacional Agraria (UNA)** y todos sus docentes por haberme formado como un hombre útil a la patria y a la sociedad.

Al **Programa Regional de Investigación sobre Granos en Centro América (PRIAG)**. Por haber facilitado los recursos financieros para la realización de la presente investigación.

A la **Escuela de Producción Vegetal (EPV)** y **Facultad de Agronomía (FAGRO)** de la **Universidad Nacional Agraria (UNA)**.

**Al Programa Ciencia de las plantas UNA-SLU (P.C.P)** por su cooperación invaluable en la culminación de este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para hacer posible este triunfo.

# INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Descripción de los ensayos	4
2.1.1 Ubicación y Clima	4
2.2 Materiales Biológicos Utilizados	5
2.3 Diseño experimental	7
2.4 Area de Experimentación	7
2.4.1 Dimensiones del Ensayo	7
2.4.2 Análisis de Datos	8
2.5 Manejo Experimental	8
2.5.1 Preparación del Suelo	8
2.5.2 Siembra	8
2.5.3 Fertilización	8
2.5.4 Riego	9
2.5.5 Control de Malezas	9
2.5.6 Control de plagas y enfermedades	10
2.6 Variables Evaluadas	10
2.7 Cosecha	10
III. RESULTADOS Y DISCUSION	12
3.1 EXPERIMENTO I	12
3.1.1 Evaluación de la Nodulación (Número y peso seco de Nódulos)	12
3.1.2 Influencia sobre el peso seco foliar para las etapas R6 y R8	13
3.1.3 Influencia sobre el Rendimiento	16
3.1.4 Rendimiento por Variedad	17
3.1.5 Rendimiento por Tratamiento	17
3.1.6 Rendimiento Variedad - Fertilización (Interacción)	18
3.2 EXPERIMENTO II	18
3.2.1 Evaluación de la Nodulación (Número y peso seco de Nódulos)	19
3.2.2 Influencia sobre el peso seco foliar para la etapa R6	19
3.2.3 Influencia sobre el Rendimiento	20
3.2.4 Rendimiento por Variedad	21
3.2.5 Rendimiento por Tratamiento	21
3.2.6 Rendimiento Variedad - Fertilización (Interacción)	22

IV	COMPARACION ENTRE ENSAYOS	24
V	CONCLUSIONES	25
VI	RECOMENDACIONES	26
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	27

## INDICE DE TABLAS

TABLA	PAGINA
1.- Algunas características químicas del suelo de San Lorenzo (La Trinidad, Estelí) Nicaragua (1993-1994).	5
2.- Origen de las cepas de <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv <i>phaseoli</i> utilizadas en el estudio.	6
3.- Efecto de la inoculación con cepas de <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv <i>phaseoli</i> sobre el número de nódulos, peso seco de nódulos, peso seco de la parte aérea y rendimiento de frijol en la localidad de San Lorenzo (Postrera, 1993).	15
4.- Efecto de la inoculación con cepas de <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv <i>phaseoli</i> sobre el número de nódulos, peso seco de nódulos, peso seco del área foliar y rendimiento de frijol en la localidad de San Lorenzo (Primera, 1994).	23



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1.- Precipitación acumulada mensual durante el año (1993) y la estación lluviosa del año 1994 de San Lorenzo.	6
2.- Rendimiento obtenido en cada una de las interacciones variedad - tratamiento en el primer ensayo (Postrera, 1993).	16
3.- Rendimiento obtenido en cada una de las interacciones variedad - tratamiento en el segundo ensayo (Primera, 1994).	20

## RESUMEN

En el presente trabajo experimental se evaluó la respuesta a la inoculación de dos variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. con el objetivo de incrementar los rendimientos unitarios. Las variedades fueron DOR-364 y EST-90B, inoculadas con tres cepas de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* (CR-477, KIM-5 y CIAT-613) bajo condiciones de labranza convencional en la localidad de San Lorenzo, ubicada a 10 km del municipio de La Trinidad en el departamento de Estelí. Este estudio se realizó en dos etapas, postrera (1993) y primera (1994). En la primera etapa experimental se aplicó el inoculante al suelo al momento de la siembra y en la segunda etapa la inoculación se hizo a la semilla. En la primera etapa se utilizaron dos inoculantes (KIM-5 y CR-477) comparados con dos testigos sin inocular, con bajo nitrógeno (20 kg/ha de N) y el testigo sin inocular y el otro con alto nitrógeno (90 kg/ha de N en forma fraccionada). En la segunda etapa experimental, los tratamientos inoculados (KIM-5, CR-477, CIAT-613 y mezcla de las tres cepas), se compararon siempre con dos testigos sin inocular, uno sin nitrógeno y otro con alto nitrógeno (50 kg/ha de N). El diseño utilizado para ambas fases fue el de parcelas divididas (DPD). En el primer ensayo las variables medidas fueron número y peso seco de nódulos, peso seco de la parte aérea en las etapas R6 y R8 así como el rendimiento de grano. En el segundo ensayo se hicieron las mismas mediciones con la excepción del peso seco de la parte aérea en la etapa R8 del cultivo. En el primer experimento hubo respuesta significativa a la inoculación con las cepas evaluadas en la etapa R8 del cultivo, mientras que en el segundo experimento no hubo respuesta significativa en el peso seco de la parte aérea en esta etapa, en donde el mejor tratamiento fue el fertilizado con alto nitrógeno en el primer ensayo. En la primera fase del estudio, el rendimiento aunque no significativo, se vio favorecido con la fertilización nitrogenada para ambas variedades. En el segundo experimento se observó diferencias significativas en el rendimiento de grano, obteniéndose los más altos rendimientos con el tratamiento CR-477 en ambas variedades. En este estudio los tratamientos fertilizados presentaron menor rendimiento comparado con los tratamientos sin nitrógeno.

# I. INTRODUCCION

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común *Phaseolus vulgaris* L. es uno de los más importantes debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia, principalmente en Centro y Sur América. México ha sido aceptado como el centro de diversificación primaria (CIAT, 1985).

Según FAO (1985), en Nicaragua el frijol común es el principal alimento básico después del maíz. Esta especie se encuentra ampliamente difundida en todo el territorio nacional donde se siembra en todos los pisos térmicos partiendo del nivel del mar. Constituye de por sí una actividad generalizada entre pequeños y medianos agricultores, el 95% del total de área está sembrada con frijol (Tapia & Camacho, 1988).

En nuestro país uno de los cultivos de mayor consumo en la dieta alimenticia debido a su gran contenido proteico, es el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). El consumo per cápita de nuestra población se estima en 50 g/día, pero la producción de frijol en los últimos años ha sido inestable, las áreas de siembra han fluctuado entre 58 679 y 105 411 hectáreas y los rendimientos han permanecido bajos variando entre 452 y 776 kg/ha (CNIGB, 1992).

A nivel de finca el productor de frijol es un agricultor de escaso capital, con acceso limitado al crédito y a la información de extensión, ya que las Instituciones y técnicos no divulgan la tecnología por lo tanto en la mayoría de los países los rendimientos son bajos y están estancados (CIAT, 1985). Sin embargo, Rava (1991), afirma que los rendimientos actuales también son posibles de aumentar significativamente, mediante el uso de semilla de buena calidad de los cultivares recomendados, prácticas de conservación de suelos, rotación de cultivos, uso racional de fertilizantes, uso de inoculantes, densidad de siembra adecuada a la región y al cultivar, control de malezas, plagas y enfermedades, cosecha en el momento oportuno, facilidades para secado y conservación del grano, entre otros aspectos.

El consumidor desea que exista una amplia oferta del producto, de buena calidad y a un precio razonable. El productor de frijol para grano desea obtener la mayor producción posible por

unidad de área y un precio recompensador. En la medida que sea posible aumentar los rendimientos, se logrará el nivel de ingresos de los agricultores y se podrá alcanzar la meta de contar con abundancia del producto para el consumo y, eventualmente, excedentes para la exportación (Rava, 1991).

Incrementar el rendimiento por unidad de superficie de frijol común es preocupación actual en Nicaragua. Alcanzar esta meta será el resultado de diversas experiencias que aseguren su éxito (Dávila, 1977). Una alternativa viable para aumentar la producción y reducir los costos es la utilización de la simbiosis Leguminosa - *Rhizobium* (Hardy, 1980), sin embargo, la respuesta del frijol a la inoculación con su simbionte *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* ha sido variable debido principalmente a la presencia de cepas nativas poco efectivas y altamente competitivas, por lo que se prefiere el uso de fertilizante nitrogenado (Graham, 1981; Rosas & Bliss 1986a, 1986b).

Esto crea la necesidad de buscar cepas capaces de establecerse bajo las condiciones utilizadas por el agricultor. En este sentido, la importancia en las clases de inoculantes, formas de inocular, contacto con fertilizantes y supervivencia en semillas, están consideradas como factores que afectan el éxito de una inoculación apropiada (Galomo, 1978).

Tapia & Camacho (1988), afirman que se encuentran poblaciones de rizobios en casi todos los suelos. Sin embargo, estas poblaciones varían en cantidades, especificidad y efectividad. Se puede utilizar la inoculación para modificar la población de rizobios en los suelos.

Según Galomo (1978), la importancia de la inoculación se resume en los cuatro puntos siguientes:

- a) El uso de inoculantes en la semilla de frijol, es una práctica sencilla y económica que puede mejorar el ingreso del agricultor.
- b) Reduce la aplicación de fertilizantes químicos nitrogenados.
- c) Enriquece las entidades biológicas que fijan el nitrógeno del aire.
- d) Aporta reservas de nitrógeno para otros cultivos.

Considerando que la adaptación de nuevas variedades y el manejo adecuado de las variedades criollas, con prácticas como la inoculación y la fertilización al cultivo del frijol, puede ser un camino conveniente, positivo y económico para elevar la productividad en nuestro país, se decidió llevar a cabo el presente trabajo en el departamento de Estelí, con los objetivos de:

- 1) Buscar el incremento en los rendimientos unitarios en el cultivo del frijol, mediante la práctica de la inoculación y fertilización.
- 2) Comparar a nivel de pequeña finca la tecnología de la inoculación, con cepas seleccionadas y las combinaciones cepa – cultivo con la tecnología tradicional del agricultor.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Descripción del Ensayo

#### 2.1.1 Ubicación y Clima

Los ensayos correspondientes a la ejecución de este trabajo experimental se establecieron en la finca San Lorenzo situada a 10 km de la Trinidad (Estelí), a una altura de 530 msnm y a los 13° 05' latitud norte y 85° 59' longitud oeste. Esta región se caracteriza por tener un relieve ondulado, con agricultura de laderas y áreas planas con influencia aluvial. Una característica importante, es la presencia de altas temperaturas con un promedio anual de 29.8°C y una precipitación promedio anual para 1993 de aproximadamente 85.58 mm de agua y para 1994 un promedio de precipitación de 54.2 mm de agua, correspondiente a nueve meses de este año (INETER, 1994). Los suelos son aluviales constituidos de diferentes sedimentos depositados recientemente. Estos suelos fueron clasificados como Fluvenic eutropept (CIA, 1994).

En el perfil descrito se consideraron tres suelos superpuestos, que son los siguientes:

- 1.- El primer suelo superficial, es franco arenoso en el horizonte A y arenoso en el horizonte C.
- 2.- El segundo suelo subyacente, es franco a franco arcillo limoso en el horizonte IIA<sub>b</sub> y franco arcillo arenoso en el horizonte IIB<sub>wb</sub>.
- 3.- El tercer suelo subyacente, es franco arcilloso a franco arcillo arenoso en el horizonte IIIA<sub>b</sub> y franco arenoso en el horizonte C<sub>b</sub>.

Son suelos moderadamente profundos, bien drenados, de permeabilidad moderadamente rápida y con un contenido de materia orgánica de 1.63 por ciento.

Para la realización del análisis físico y químico del suelo, se tomaron un total de cinco muestras en el campo, antes de la siembra. Estos resultados se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Algunas características químicas del suelo utilizado en San Lorenzo (La Trinidad, Estelí) Nicaragua 1993 - 1994.

PH	Cmol(+)/L					mg/L						
	H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	K	Acidez	CIC	MO%	P	Cu	Fe	Mn	Zn
6.9M	18.6M	6.6A	1.4A	0.1B	26.7A	1.63B	42A	6.5M	34M	22.7M	1.3B	

Clave : A: Alto, M: Medio, B: Bajo.

\* Fuente: (C.I.A) Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, (1994).

Los lugares específicos donde se ubicaron los ensayos no habían sido cultivados con frijol en ciclos anteriores, la primera fase de campo, se estableció el primero de Octubre de 1993. Se sembraron las variedades DOR-364 y Estelí-90, la segunda fase de campo, se estableció el 17 de junio de 1994 utilizando las mismas variedades de la primera fase.

## 2.2 Materiales Biológicos utilizados

Las variedades de frijol que se utilizaron en este estudio fueron las siguientes:

1. Variedad tradicional del agricultor Estelí – 90B (Representativa de la zona).
2. Variedad mejorada y recomendada a nivel de la región Centroamericana DOR-364.

El inoculante que se utilizó fue preparado en el Centro de Investigaciones Agronómica de Costa Rica y fueron tres cepas de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* (CIAT – 613, CR – 477 Y KIM 5) (Tabla 2). En la primera fase de campo de este trabajo experimental se utilizó el método de inoculación indirecta, aplicando el inoculante directamente al suelo. En la segunda fase experimental se utilizó el método de inoculación directa a la semilla, funcionando como adherente una solución concentrada de azúcar para los tratamientos inoculados.

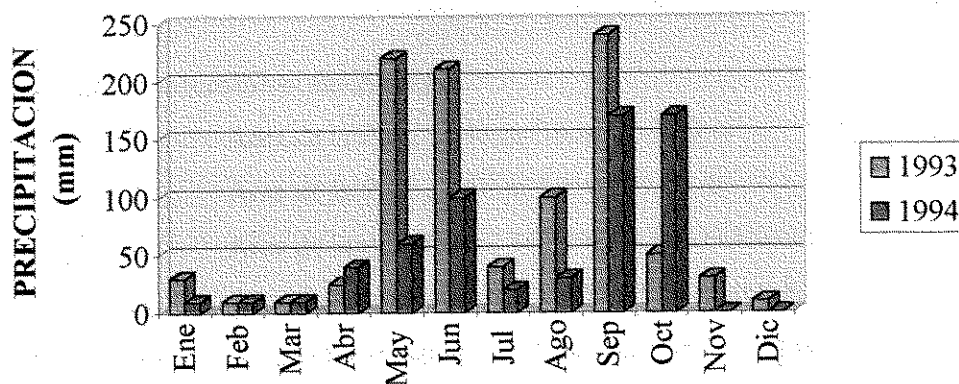
**Tabla 2.** Origen de las cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* utilizadas en el estudio

CODIGO	PROCEDENCIA	ORIGEN
CIAT - 613	UC	Colombia
CR - 477	UCR	Costa Rica
KIM 5	UP	Panamá

**Clave:** UCR: Universidad de Costa Rica, UP: Universidad de Panamá, UC: Universidad de Colombia.

**Fuente:** Viteri *et al*, 1992.

La precipitación acumulada mensual ocurrida durante los experimentos, se presentan en la Figura 1.



**Figura 1.** Precipitación acumulada mensual durante el año 1993 y la estación lluviosa del año 1994 de San Lorenzo.



### 2.3 Diseño Experimental

Este experimento se realizó en dos fases. En la primera fase se utilizó el diseño de Parcelas divididas con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, siendo la parcela principal la variedad de frijol y las subparcelas los tratamientos. Los tratamientos de cada variedad fueron los siguientes: Inoculación con las cepas CR-477 Y KIM 5, Alto Nitrógeno (90 kg N/ha) y testigo sin inoculante fertilizado con 30 kg N/ha (Bajo Nitrógeno).

En la segunda fase experimental se utilizó el mismo diseño pero con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: Inoculación de cada variedad con las cepas CR-477, KIM 5, CIAT-613, Mezcla de las tres cepas, testigo fertilizado con 50 kg N/ha (Alto Nitrógeno) y testigo sin inoculante con 20 kg N/ha (Bajo Nitrógeno).

### 2.4 Area de experimentación

Cada parcela experimental estuvo constituida por seis surcos de seis metros de longitud separados 0.4 m, siendo el área de cada parcela de 14.40 m<sup>2</sup>. Las parcelas experimentales se separaron a una distancia de 0.8 m con el objetivo de evitar contaminaciones entre tratamientos, así como facilitar las labores agronómicas en el cultivo.

#### 2.4.1 Dimensiones del Ensayo.

- a) Area de la P.E. :  $2.40 \text{ m} * 6 \text{ m} = 14.40 \text{ m}^2$
- b) Area de la P.U. :  $1.60 \text{ m} * 6 \text{ m} = 9.60 \text{ m}^2$
- c) Area de la repetición :  $14.40 \text{ m}^2 * 8 = 115.20 \text{ m}^2$
- d) Area de 4 repeticiones:  $115.20 \text{ m}^2 * 4 = 460.80 \text{ m}^2$
- e) Area entre repeticiones:  $1 \text{ m} * 33.6 \text{ m} * 4 = 134.40 \text{ m}^2$
- f) Area total del experimento:  $627.20 \text{ m}^2$

El área del ensayo fue de 627.20 m<sup>2</sup>. La parcela útil estaba constituida por cuatro surcos centrales de la parcela experimental, teniendo una dimensión de 9.60 m<sup>2</sup>.

### **2.4.2 Análisis de Datos**

Todos los datos se evaluaron estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANDEVA). La prueba de DUNCAN fue usada para comparar las medias. El coeficiente de correlación fue calculado para evaluar la relación entre algunos parámetros.

La distribución de los tratamientos, se efectuó de acuerdo al proceso de azarización correspondiente al diseño de parcelas divididas (D.P.D.).

## **2.5 Manejo Experimental**

### **2.5.1 Preparación del Suelo**

En las dos fases de campo, la preparación del suelo se efectuó bajo el sistema de labranza convencional utilizando tracción animal, disponiendo de los medios que posee el pequeño agricultor para llevar a cabo el establecimiento de los ensayos correspondientes al trabajo experimental. El suelo se desinfectó con carbofurán (Furadán 5% G) aplicando una dosis a razón de 40 kg/ha al momento de la siembra.

### **2.5.2 Siembra**

La siembra se hizo manual, sembrándose primero las parcelas no inoculadas y luego las inoculadas para evitar contaminaciones entre tratamientos, dejando un espacio entre plantas de 0.10 m depositando una semilla por golpe.

### **2.5.3 Fertilización**

La fertilización nitrogenada en la primera fase experimental se aplicó de forma fraccionada a razón de 90 kg/ha de N. Esta aplicación se efectuó de la siguiente manera: La primera aplicación al momento de la siembra (30 kg/ha), la segunda aplicación a los 15 dds (30 kg/ha) y la tercera aplicación a los 30 dds (30 kg/ha).

La fertilización fosfórica y potásica se aplicó al momento de la siembra, a razón de 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 40 kg/ha de K, respectivamente.

En la segunda fase experimental, la fertilización básica usada fue fosfórica, la que se aplicó antes de la siembra a razón de 80 kg/ha. La fertilización nitrogenada se aplicó a razón de 50 kgN/ha para los tratamientos con alto nitrógeno y 20 kgN/ha para los tratamientos con bajo nitrógeno respectivamente.

#### **2.5.4 Riego**

Por falta de precipitación el campo experimental fue irrigado con agua de río, con el objetivo de satisfacer la demanda hídrica del cultivo, usando el sistema presurizado de aspersión convencional. Esta actividad se llevó a cabo en las dos fases experimentales.

#### **2.5.5 Control de Malezas**

Dentro de los diferentes factores que afectan la productividad del frijol, nos encontramos con una gama de plantas ajenas al cultivo que se encuentran establecidas en las áreas de siembra, a las que hemos denominado malezas ó malas hierbas, plantas que por su condición genética y características físicas se presentan como fuertes competidoras del frijol por espacio, agua, luz y nutrientes, además son hospederas de enfermedades fungosas, bacteriales y vírales, razón por la que debemos prestar especial atención a estas plantas nocivas y usar en lo que sea posible los métodos que nos permitan manejarlas eficientemente con el fin de reducir las pérdidas que nos ocasionan (Tapia, 1983).

En las dos fases de campo el control de malezas se hizo de forma manual y mecánica con azadón, observándose en abundancia y frecuencia el coyolillo (*Cyperus rotundus* L.), que se controló con los métodos anteriormente mencionados. El control de malezas se realizó en los primeros treinta días del ciclo del cultivo.

### **2.5.6 Control de Plagas y Enfermedades**

Los insectos constituyen otra limitante en la producción del frijol. Los insectos que atacan el frijol en Nicaragua pueden ser: gusanos cortadores, defoliadores, succionadores y devoradores de vaina y grano (Tapia, 1988).

En las dos fases experimentales los insectos plagas que incidieron en el ciclo del cultivo fueron: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y tortuguilla (*Diabrotica sp*). Los insecticidas que se aplicaron para su control fueron: Aceite a base de nem (*Azadirachta indica*) y Metamidofos (Tamarón 600) con una dosis respectiva de 1.5 l/ha).

Las enfermedades que se presentaron en los dos experimentos fueron las siguientes: Pudrición radicular causada por *Pythium*, mancha angular causada por (*Isariopsis griseola*) y mosaico común causado por BCMV. Para su control se eliminaron las plantas afectadas por enfermedad en los dos ensayos, considerando que su baja incidencia no ameritaba la aplicación de productos químicos.

### **2.6 Variables Evaluadas**

En el primer ensayo las variables evaluadas fueron las siguientes: número y peso seco de nódulos en la etapa R6, peso seco de las plantas en las etapas R6 y R8. Para estas variables se tomaron muestras de cinco plantas para la etapa R6 y tres plantas para la etapa R8. Para evaluar el rendimiento de grano se tomaron cincuenta plantas de cada parcela útil al momento de la cosecha en la etapa R9 del cultivo.

En el segundo ensayo fueron evaluadas las mismas variables realizadas en el primer ensayo, excepto la de la etapa R8.

### **2.7 Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente y consistió en arrancar las plantas de frijol, las que se apilan o acomodan en montones para, posteriormente, proceder al desgrane por

medio del aporreo o “vareo” que consiste en golpear los montones con varas de madera dentro de sacos (Galomo, 1978).

En las dos fases experimentales la cosecha se realizó de forma manual, en el momento que las variedades alcanzaron su madurez fisiológica. Cosechándose primero la variedad tradicional EST-90B a los 70 dds y posteriormente la variedad mejorada y recomendada DOR-364 a los 77 dds.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 EXPERIMENTO I.

Los resultados obtenidos durante la realización de los experimentos se presentan en tablas y figuras. Estos datos se procesaron usando análisis de varianza (ANDEVA) y se utilizó la prueba de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ).

Las variables de nodulación, peso seco de nódulos, peso seco del área foliar para las etapas R6 y R8 del cultivo y el rendimiento en kg/ha de cincuenta plantas por parcelas se presentan en la Tabla 3. La figura 2, nos muestra el rendimiento del primer experimento a través de la interacción con los tratamientos.

##### 3.1.1 Evaluación de la Nodulación (Número y Peso Seco de Nódulos)

La evaluación de la nodulación se realizó usando los parámetros de número y peso seco de nódulos.

En el primer experimento (Tabla 3), se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre las variedades evaluadas, logrando alcanzar un mayor número y peso seco de nódulos la variedad tradicional EST-90B.

En este ensayo, en cuanto al factor fertilización, se encontraron diferencias significativas mínimas, obteniendo el testigo un mayor número y peso seco de nódulos, lo que se atribuye a que las cepas nativas tienen mayor capacidad de infección en el frijol. Sin embargo, la cepa CR-477 resultó con los mayores valores en número y peso seco de nódulos, comparado con la cepa KIM-5. Los tratamientos con alto nitrógeno resultaron con los valores más bajos en el análisis de estas variables, debido a la inhibición de la inoculación que se produce cuando se aplican altas dosis de nitrógeno. La simbiosis *Leguminosa-Rhizobium* sólo ocurre cuando hay insuficiente nitrógeno en el suelo (Brill, 1980). Cuando en el suelo está presente un exceso de nitrógeno mineral el proceso simbiótico se inhibe (Pate, 1977; Peck y MacDonal, 1984).

En esta etapa experimental es importante considerar que el suelo utilizado presenta un bajo contenido en materia orgánica (Tabla 1), y por consiguiente bajo en nitrógeno, pero, probablemente suficiente para estimular la infección de la bacteria en el cultivo.

En la interacción variedad - fertilización se observó diferencias significativas, obteniendo una mayor cantidad de nódulos la variedad local EST-90B inoculada con la cepa CR-477. Sin embargo, en cuanto al peso seco de nódulos, no se observó diferencias significativas.

El mayor número de nódulos obtenidos por el testigo absoluto (Bajo nitrógeno) en esta primera fase experimental puede ser atribuido a la presencia de cepas nativas en el suelo y su habilidad para infectar las raíces.

Hubbell (1986) citado por Miranda & Molina (1992), afirman que existen casos en los que las cepas nativas pueden ser superiores a las estudiadas en una determinada condición debido a que son únicas para ese suelo, formando una situación en que las cepas evaluadas no pueden competir con las nativas por sitio en las raíces de la leguminosa huésped.

Al mismo tiempo Tapia & Camacho (1988), mencionan que se encuentran poblaciones nativas en casi todos los suelos. Sin embargo, estas poblaciones varían en cantidad, especificidad y efectividad. La falta de nodulación de los tratamientos con alto nitrógeno, nos hace suponer que las cepas nativas son afectadas por las dosis de nitrógeno que generalmente reducen la nodulación (Dart & Wildon, 1970; Talavera, 1989) citado por Miranda & Molina (1992).

### **3.1.2 Influencia sobre el peso seco foliar para las etapas R6 y R8 del cultivo**

En la etapa R6 (floración) no se encontraron diferencias significativas entre las variedades, obteniendo un promedio mayor en rendimiento de materia seca la variedad DOR-364. En el factor fertilización no se observaron diferencias

significativas, obteniéndose un mayor rendimiento de materia seca en las parcelas tratadas con la cepa CR-477 (Tabla 3).

En base a los resultados obtenidos en la interacción variedad - fertilización no se encontraron diferencias significativas. Esto demuestra que en este experimento no hubo una respuesta por parte del cultivo a la inoculación y fertilización realizada sobre la producción de materia seca. Según Galomo (1978), la respuesta de las leguminosas mediante la inoculación con *Rhizobium* es sumamente variable debido a que las poblaciones varían en el suelo. Sin embargo, los mejores promedios de materia seca los alcanzaron los tratamientos inoculados con la cepa CR-477 y los tratamientos con alto nitrógeno. Esto refleja la necesidad de proporcionarle al cultivo condiciones adecuadas para que logre una mayor vigorosidad a través de una buena fertilización o mejorando la fijación biológica del nitrógeno.

En la etapa R8 (llenado de vainas), se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades, alcanzando un mayor promedio en rendimiento de materia seca la variedad DOR-364 (Tabla 3).

Al aplicar la prueba de DUNCAN en el factor fertilización, no se encontraron diferencias significativas obteniéndose un mayor rendimiento de materia seca en los tratamientos donde se utilizó alta dosificación de nitrógeno. Esto puede estar relacionado a la inadaptabilidad de las cepas usadas en este estudio. La respuesta negativa a la inoculación puede ser debido a que la nodulación natural es adecuada, que el inóculo aplicado no se estableció (por fallas de sobrevivencia en su capacidad colonizadora o por competencia de rizobios en el lugar) o que hay condiciones desfavorables para la formación y funcionamiento de los nódulos (humedad, temperatura, deficiencia nutricional) (Galomo, 1978). No obstante, dentro de las cepas estudiadas la cepa CR-477 fue la que obtuvo un mayor promedio en rendimiento de materia seca en la relación a los tratamientos inoculados, lo que se encuentra relacionado directamente con las variables de



número y peso seco de nódulos que fueron mayores con esta cepa. Sin embargo, el testigo absoluto alcanzó un mayor promedio en rendimiento de materia seca comparado con la cepa KIM-5 que alcanzó el promedio más bajo en cuanto a los tratamientos inoculados en esta fase experimental.

**Tabla 3.** Efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* sobre las variables evaluadas, en la localidad de San Lorenzo (Postrera, 1993)

FACTOR	NN-R6 plt	PSN-R6 mg/plt	PSPA-R6 g/plt	PSPA-R8 g/plt	RDTO-R9 kg/ha
<b>EFFECTO VARIEDAD EN GENERAL</b>					
DOR-364	<b>b</b> 10.12	<b>b</b> 4.22	<b>a</b> 6.70	<b>a</b> 27.79	<b>b</b> 3308.3
Est-90B	<b>a</b> 53.36	<b>a</b> 40.37	<b>b</b> 5.85	<b>b</b> 23.38	<b>a</b> 3373.7
ANDEVA	**	**	NS	*	NS
<b>EFFECTO DE FERTILIZACIÓN</b>					
Bajo N	<b>a</b> 40.57	<b>a</b> 29.52	<b>b</b> 6.20	25.53	<b>c</b> 3065.1
Alto N	<b>c</b> 20.20	<b>c</b> 8.90	<b>a</b> 6.46	27.65	<b>a</b> 3759.4
KIM-5	<b>c</b> 30.32	<b>b</b> 22.07	<b>c</b> 5.82	23.03	<b>b</b> 3261.9
CR-477	<b>b</b> 33.37	<b>a</b> 28.70	<b>a</b> 6.62	26.17	<b>b</b> 3277.6
ANDEVA <sub>0.05</sub>	*	*	*	NS	*
<b>INTERACCION Vx F</b>					
<b>DOR-364</b>					
Bajo N	<b>a</b> 19.05	<b>a</b> 6.60	<b>b</b> 6.62	<b>b</b> 27.46	<b>c</b> 3083.40
Alto N	<b>c</b> 4.25	<b>e</b> 2.80	<b>a</b> 6.70	<b>a</b> 32.80	<b>a</b> 3798.60
KIM-5	<b>b</b> 9.45	<b>b</b> 3.60	<b>b</b> 6.66	<b>c</b> 23.70	<b>c</b> 3106.00
CR-477	<b>c</b> 7.75	<b>b</b> 3.80	<b>a</b> 6.83	<b>b</b> 27.18	<b>c</b> 3245.20
<b>EST-90B</b>					
Bajo N	<b>b</b> 60.10	<b>a</b> 52.45	<b>b</b> 5.79	<b>a</b> 23.6	<b>c</b> 3046.80
Alto N	<b>c</b> 36.15	<b>e</b> 15.00	<b>a</b> 6.22	<b>a</b> 25.52	<b>a</b> 3720.20
KIM-5	<b>c</b> 51.20	<b>b</b> 40.45	<b>c</b> 4.99	<b>b</b> 22.36	<b>b</b> 3417.80
CR-477	<b>a</b> 67.53	<b>a</b> 53.60	<b>a</b> 6.21	<b>c</b> 22.05	<b>c</b> 3310.00
ANDEVA	**	NS	NS	*	*
C.V. (%)	36.0324	44.1556	20.06	20.68	16.2379
*, ** y NS significativo al nivel de $P \leq 0.05$ y no significativo respectivamente.					

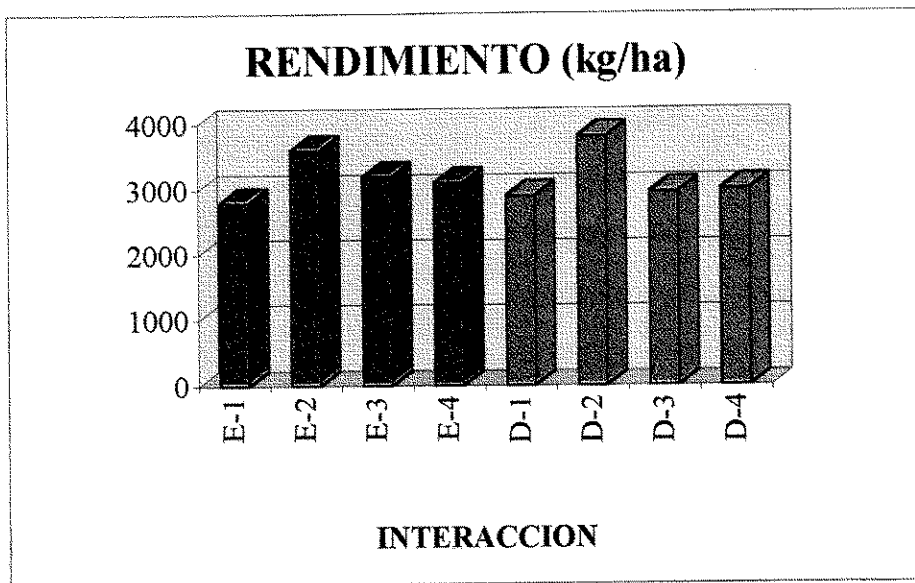
**Clave:**

NN : Número de Nódulos                      Vx F : Variedad por Fertilización  
 PSN : Peso seco de Nódulos                RDTO: Rendimiento  
 PSPA : Peso Seco de la parte aérea

En las interacciones variedad - fertilización de esta etapa fenológica del cultivo se encontró respuesta significativa, alcanzando los valores más altos la variedad DOR-364 tratada con alto nitrógeno y sin inoculante. En lo que respecta a los tratamientos inoculados, el mayor rendimiento de materia seca lo obtuvo la cepa CR-477, con las dos variedades.

### 3.1.3 Influencia sobre el Rendimiento

En la figura 2, se presentan los rendimientos obtenidos en cada una de las interacciones de las variedades con las fuentes de nitrógeno correspondiente.



**Figura 2.** Rendimiento obtenido en cada una de las interacciones variedad tratamiento en el primer ensayo (Postrera 1993).

**Clave:**

E = Estelí-90B

D = DOR-364

1 = Bajo Nitrógeno

2 = Alto Nitrógeno

3 = KIM-5

4 = CR-477

### **3.1.4 Rendimiento por Variedad**

En este experimento no se observaron diferencias significativas entre las variedades. Sin embargo, puede notarse que el mayor rendimiento lo presenta la variedad local EST-90B con 3 373.7 kg/ha, comparado con la variedad DOR-364 con un rendimiento de 3 308.3 kg/ha, debido posiblemente a que esta variedad se encuentra más adaptada a esta zona, mientras que la variedad DOR-364 no es usada tradicionalmente por el pequeño agricultor. Igual tendencia se presentó en la segunda etapa experimental.

Similares resultados se obtuvieron en trabajos realizados con el mismo objetivo en Honduras, donde esta variedad logró obtener significativamente menor rendimiento comparado con la variedad tradicional usada en ese experimento (Castro *et al.*, 1994). La variedad DOR-364 es una variedad mejorada recomendada a nivel de la región centroamericana, la que ha estado siendo estudiada al compararla con variedades tradicionalmente usadas por pequeños agricultores de la región.

### **3.1.5 Rendimiento por Tratamiento**

El promedio de los tratamientos inoculados mostró diferencias significativas en relación al promedio del testigo absoluto, notándose que el mayor rendimiento lo presenta el tratamiento inoculado CR-477 con 3 277.6 kg/ha, seguido del tratamiento inoculado KIM-5 con un promedio en rendimiento de grano de 3 261.9 kg/ha. Esto indica que las cepas captaron suficiente nitrógeno atmosférico para satisfacer la demanda del cultivo.

Se puede observar que el mayor rendimiento promedio lo presentan los tratamientos con alto nitrógeno, alcanzando 3 759.4 kg/ha.

El rendimiento obtenido con la cepa CR-477, se encuentra muy relacionado con la evaluación de las demás variables en este experimento las cuales tienen valores numéricos mayores comparadas con la cepa KIM-5.

### **3.1.6 Rendimiento Variedad - Fertilización (Interacción)**

No se encontraron diferencias significativas en este parámetro (variedad - fertilización), (ver tabla 3). Sin embargo, el mayor rendimiento lo presenta la variedad DOR - 364 con alto nitrógeno con un promedio en rendimiento de grano de 3 798.60 kg/ha, seguido de la variedad local EST-90B con alto nitrógeno que presenta un rendimiento de 3 720.20 kg/ha.

En cuanto a los tratamientos inoculados, no se observaron diferencias significativas con relación al testigo absoluto. Puede notarse que el mayor rendimiento lo presenta la variedad local EST-90B inoculada con la cepa KIM-5, alcanzando un promedio en rendimiento de grano de 3 417.80 kg/ha seguido de la variedad DOR-364 inoculada con la cepa CR-477 que obtuvo un promedio en rendimiento de 3 245.20 kg/ha.

Aunque la interacción (variedad – fertilización), no presentó respuesta significativa en rendimiento de grano, las variedades inoculadas presentaron las mayores producciones de grano resultando positiva la inoculación. Sin embargo, las cepas KIM-5 y CR-477 con la variedad EST-90B obtuvieron los mayores rendimientos. Castro *et al.*, (1994), lograron similares resultados al usar estas cepas, inoculando una variedad tradicional en experimento realizado en Honduras comparado con la variedad DOR-364, la cuál presentó resultados menores. Esto indica que estas cepas establecen mejor simbiosis con las variedades tradicionales.

## **3.2 EXPERIMENTO II**

Respecto al segundo experimento, las variables de nodulación, peso seco de nódulos, peso seco del área foliar en la etapa R6 del cultivo y rendimiento se presentan en la Tabla 4. La Figura 3 nos muestra el rendimiento del segundo ensayo y su respectiva interacción con los tratamientos.

### **3.2.1 Evaluación de la Nodulación (Número y Peso Seco de Nódulos)**

En el segundo experimento (Tabla 4), no se encontraron diferencias significativas entre las variedades, mostrando un mayor número y peso seco de nódulos la variedad tradicional EST-90B.

En el factor fertilización, los resultados del análisis de varianza sobre la nodulación, nos indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, alcanzando una mayor cantidad de nódulos los tratamientos inoculados con la mezcla de tres cepas y un mayor peso seco de nódulos en los tratamientos inoculados con la cepa CIAT-613.

En el análisis de la interacción (Variedad – fertilización), en la Tabla 4 nos indica que se encontró diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza. En base a la prueba de DUNCAN, la mayor cantidad de nódulos la alcanzó la variedad tradicional EST-90B tratada con la mezcla de inoculantes. Sin embargo, el mayor peso seco de nódulos lo alcanzó la variedad mejorada y recomendada (DOR-364) inoculada con la cepa CIAT-613, donde se observaron diferencias altamente significativas bien marcadas. Es importante mencionar que la evaluación de la nodulación no es un parámetro de mucha confiabilidad, principalmente cuando influyen algunos factores en la medida del mismo. La compactación del suelo puede ser una restricción severa en la formación de nódulos debido a la aireación pobre en la zona radicular la cual limita la fijación de nitrógeno (Galomo, 1978).

### **3.2.2 Influencia sobre el Peso Seco Foliar para la Etapa R6 del Cultivo**

En la etapa R6 (Floración), no se encontraron diferencias significativas en el factor variedad, mostrando un promedio mayor en rendimiento de materia seca la variedad local EST-90B (Tabla 4).

En lo que respecta al factor tratamiento, no se observaron diferencias significativas, alcanzando un mayor rendimiento de materia seca los tratamientos inoculados con la cepa CR-477.

En las interacciones de los factores variedad - fertilización, no se encontraron diferencias significativas en rendimiento de materia seca. Estos resultados presentan una estrecha relación con la primera etapa experimental de este estudio, en donde no se observaron diferencias significativas como resultado de una respuesta negativa del cultivo a la inoculación y fertilización realizada. Sin embargo, los mejores promedios en rendimiento de materia seca los alcanzaron en esta fase experimental los tratamientos inoculados, demostrándose una vez más la importancia agronómica de proporcionarle al cultivo condiciones adecuadas para que logre una mayor vigorosidad a través de una buena fertilización o mejorando la fijación biológica del nitrógeno.

### 3.2.3 Influencia sobre el Rendimiento

En la Figura 3, se presentan los rendimientos obtenidos en cada una de las interacciones de las variedades con las fuentes de nitrógeno correspondiente.

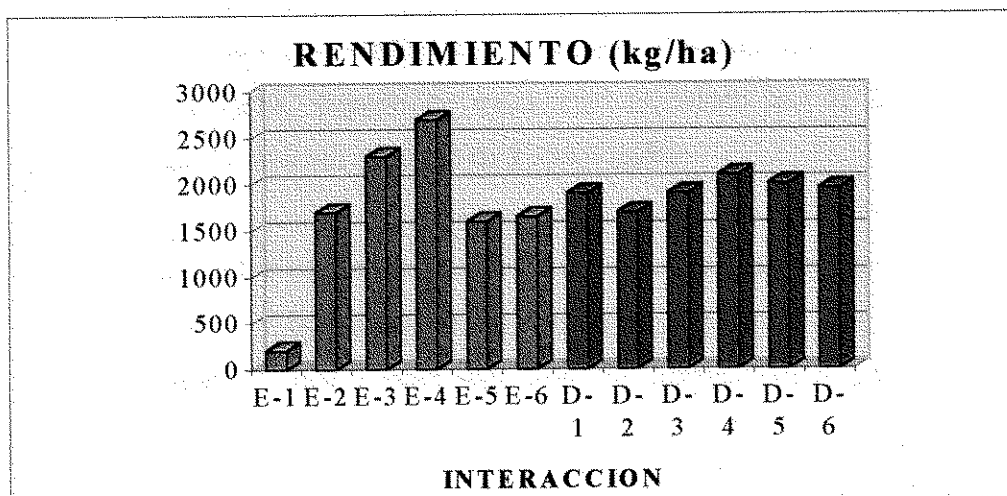


Figura 3. Rendimiento obtenido en cada una de las interacciones variedad - tratamiento en el segundo ensayo (Primera 1994).

Los tipos de variedades y fertilización fueron los siguientes.

**Clave:**

E = Esteli-90B	3 = KIM-5
D = DOR-364	4 = CR-477
1 = Bajo Nitrógeno	5 = CIAT-613
2 = Alto Nitrógeno	6 = Mezcla

### **3.2.4 Rendimiento por Variedad**

Al igual que en el primer ensayo, no se encontraron diferencias en el factor variedad. Sin embargo, se puede notar que el mayor rendimiento lo presenta la variedad local EST-90B con un promedio en rendimiento de grano de 2 228.2 kg/ha, comparado con la variedad DOR-364 que alcanzó un promedio de rendimiento de grano de 2 124.8 kg/ha. Con estos resultados se comprueba una vez más que la variedad local EST-90B, adaptada a la zona supera en rendimiento a la variedad mejorada y recomendada DOR-364.

### **3.2.5 Rendimiento por Tratamiento**

El promedio de los tratamientos inoculados, mostró diferencias significativas en relación al promedio del testigo absoluto (sin inoculante), notándose que el mayor rendimiento lo presenta el tratamiento inoculado CR-477 con 2 555.2 kg/ha, seguido de tratamiento inoculado con la KIM-5 con un promedio en rendimiento de grano de 2 288.9 kg/ha.

Aunque los rendimientos obtenidos en los tratamientos en que se usó la cepa CIAT-613 y la mezcla de las tres cepas, estuvieron por debajo de los tratamientos sin inoculante, estos superaron a los tratamientos en que se aplicó alto nitrógeno.

El menor rendimiento fue obtenido en los tratamientos en que se aplicó alto nitrógeno en ambas variedades debido aparentemente al exceso de este elemento durante las etapas tempranas de cultivo. En el primer ensayo, estos tratamientos

presentaron los mayores rendimientos. Probablemente esto se debió a que la fertilización nitrogenada se aplicó en forma fraccionada.

### **3.2.6 Rendimiento Variedad - Fertilización (Interacción)**

Se encontraron diferencias significativas en las interacciones, alcanzando el mayor rendimiento la variedad local EST-90B inoculada con la cepa CR-477, con un promedio en rendimiento de grano de 2 837.8 kg/ha, seguido de la interacción de esta misma variedad inoculada con la cepa KIM-5 que alcanzó un rendimiento promedio de 2 499.4 kg/ha.



**Tabla 4.** Efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* sobre las variables evaluadas en la localidad de San Lorenzo (Primera, 1994)

FACTOR	NN-R6 Plt	PSN-R6 mg/plt	PSAF-R6 g/plt.	RDTO-R9 Kg/ha
<b>EFFECTO VARIEDAD EN GENERAL</b>				
DOR-364	<b>b</b> 8.72	<b>a</b> 17.56	<b>b</b> 15.57	<b>b</b> 2124.8
Est-90B	<b>a</b> 12.41	<b>a</b> 17.79	<b>a</b> 16.31	<b>a</b> 2228.2
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
<b>EFFECTO DE FERTILIZACION</b>				
Bajo N	<b>c</b> 9.17	<b>c</b> 13.27	<b>a</b> 16.96	<b>c</b> 2103.7
Alto N	<b>c</b> 8.24	<b>c</b> 11.17	<b>b</b> 15.33	<b>c</b> 1984.0
KIM-5	<b>b</b> 10.12	<b>c</b> 12.70	<b>b</b> 15.97	<b>b</b> 2288.9
CR-477	<b>c</b> 6.70	<b>c</b> 10.74	<b>a</b> 16.97	<b>a</b> 2555.2
CIAT-613	<b>b</b> 11.57	<b>a</b> 35.17	<b>b</b> 15.49	<b>c</b> 2076.4
Mezcla	<b>a</b> 18.88	<b>b</b> 24.37	<b>c</b> 14.83	<b>c</b> 2060.5
ANDEVA <sub>0.05</sub>	*	**	NS	*
<b>INTERACCION Vx F</b>				
<b>DOR-364</b>				
Bajo N	<b>c</b> 8.8	<b>c</b> 14.60	<b>a</b> 16.11	<b>b</b> 2092.80
Alto N	<b>c</b> 7.68	<b>c</b> 10.40	<b>c</b> 14.64	<b>c</b> 1992.00
KIM-5	<b>c</b> 7.65	<b>c</b> 9.30	<b>b</b> 15.50	<b>b</b> 2078.40
CR-477	<b>c</b> 4.65	<b>c</b> 10.93	<b>a</b> 16.46	<b>b</b> 2272.60
CIAT-613	<b>b</b> 11.45	<b>a</b> 48.66	<b>a</b> 16.39	<b>b</b> 2193.80
Mezcla	<b>b</b> 13.52	<b>b</b> 17.60	<b>c</b> 14.22	<b>b</b> 2161.60
<b>EST-90B</b>				
Bajo N	<b>c</b> 9.55	<b>c</b> 11.95	<b>a</b> 17.81	<b>b</b> 2114.60
Alto N	<b>c</b> 8.95	<b>c</b> 12.20	<b>b</b> 16.27	<b>c</b> 1974.00
KIM-5	<b>b</b> 12.60	<b>c</b> 16.10	<b>b</b> 16.44	<b>a</b> 2499.40
CR-477	<b>c</b> 8.75	<b>c</b> 10.60	<b>a</b> 17.49	<b>a</b> 2837.80
CIAT-613	<b>b</b> 11.76	<b>b</b> 25.05	<b>c</b> 14.60	<b>c</b> 1959.00
Mezcla	<b>a</b> 22.90	<b>b</b> 29.45	<b>c</b> 15.28	<b>c</b> 1984.60
ANDEVA	**	**	NS	**
C. V. (%)	65.72	79.02	20.72	20.71

**Clave:**

- V x F : Variedad por Fertilización  
 NN : Número de Nódulos  
 PSN : Peso Seco de Nódulos  
 PSAF : Peso Seco del Area Foliar  
 RDTO: Rendimiento

Estos resultados demuestran que hubo una respuesta positiva por parte del cultivo a la inoculación con estas dos cepas en cuanto a rendimiento. Sin embargo, esta variedad con las cepas CIAT-613 y la mezcla de tres cepas presentó los menores rendimientos en relación a los tratamientos inoculados. El menor rendimiento se obtuvo cuando a esta variedad se le aplicó alto nitrógeno en una sola dosis.

En los tratamientos inoculados con la variedad DOR-364, no existió interacción significativa. Sin embargo, se encontraron respuestas positivas con respecto al testigo absoluto, a excepción del tratamiento KIM-5 con esta variedad que presentó el menor rendimiento. La cepa KIM-5 siguió la misma tendencia con esta variedad presentada en el primer ensayo, indicando que esta cepa con la variedad DOR-364 efectúa menor inefectividad o efectividad en la fijación biológica del nitrógeno. Castro *et al.*, (1994), encontró igual efecto en la interacción de esta cepa con la misma variedad, la cual dio el menor rendimiento con respecto a los demás tratamientos inoculados.

#### **IV COMPARACION ENTRE ENSAYOS**

Las diferencias observadas entre los dos ensayos corresponden a situaciones climatológicas diferentes. En el primer ensayo, la cantidad y distribución de la precipitación fue óptima durante el ciclo del cultivo (Figura 1), lo que permitió un excelente desarrollo y acumulación de materia seca finalmente reflejada en el rendimiento de grano (Tabla 3 y Figura 2).

En el segundo ensayo, la cantidad y distribución de la precipitación no fue óptima durante el ciclo del cultivo (Figura 1), lo que afectó en el rendimiento del cultivo (Figura 3).

#### IV CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y en las condiciones en las que se desarrolló el experimento, podemos concluir que:

1. En el primer experimento, la alta fertilización nitrogenada redujo tanto el número de nódulos como el peso seco de nódulos.
2. En el primer ensayo, los tratamientos KIM-5 y CR-477 presentaron rendimientos significativos con respecto al tratamiento sin inocular con bajo nitrógeno.
3. En el segundo ensayo, la cepa que produjo los mayores rendimientos en las dos variedades fue la CR-477 presentando un rendimiento de grano la variedad EST-90B de 2 837.80 kg/ha y la variedad DOR-364 2 272.60 kg/ha respectivamente.
4. En la segunda fase experimental, los tratamientos sin inocular y sin fertilizar fueron superiores en rendimiento de grano a los tratamientos con dosis alta de nitrógeno.
5. En la primera fase experimental, el tratamiento inoculado con la cepa CR-477 fue el que obtuvo mayor acumulación de materia seca.
6. En los dos experimentos, la variedad que presentó mayores rendimientos de grano fue la variedad local EST-90B.

## VI RECOMENDACIONES

1. En posteriores evaluaciones de cepas de *Rhizobium* debe determinarse la cantidad de nitrógeno fijado.
2. Se deben realizar estudios en las zonas frioleras de nuestro país, con el propósito de determinar el potencial de las cepas nativas.
3. Repetir estos ensayos a través de varios ciclos de cultivo y bajo la influencia de diferentes ambientes y condiciones edáficas, con el objetivo de dar recomendaciones para la difusión de esta práctica como una tecnología complementaria a la tradicional del agricultor.

## VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brill, W. J. 1980. Biochemical genetics of nitrogen fixation *Microbial. Rev.* p 44 - 49.
- Castro, A., Rosas, J. C. y Cosenza, O. 1994. En: Informe anual de investigación. Escuela Agrícola Panamericana, 1 Zamorano, Honduras. p 11 - 19.
- CIAT, 1985. Frijol: Investigación y Producción. p 11 - 12.
- CIA. 1994. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica . Datos de las principales características químicas y físicas del suelo de San Lorenzo (Estelí). San José, Costa Rica.
- CNIGB, 1992. Guía tecnológica para la producción de frijol común. Managua, Nicaragua. p. 2.
- Dávila , R.F. 1977. Catálogo de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Managua, Nicaragua. p. 15.
- FAO. 1985. Taller-Curso sobre almacenamiento y endurecimiento del frijol. San José, Costa Rica. p. 36-38.
- Galomo, R. T. 1978. Respuesta de la inoculación y fertilización en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en la región de la Chontalpa, Tabasco. Chapingo, México. p. 27-32.
- Graham, P. 1981. Some problem of nodulation and symbiotic nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* L.: a review. *Field Crop Research* 4:93-112. *Agronomía Costarricense* p. 14(2): 202.

- Hardy, R. 1980. The global carbon and nitrogen economy. In Nitrogen fixation. Free living systems and chemical models. Ed. by W. Newton & W. Ohme. Baltimore, University, Park Press VI. P. 73-78. *Agronomía Costarricense*. p. 14(2) :202.
- INETER, 1994. Instituto Nicaragüense de estudios territoriales. Información tomada del banco de datos sobre factores climáticos. San Lorenzo. La Trinidad, Estelí, Nicaragua.
- Miranda D., J. C. & Molina R., A. J. 1992. Evaluación de cinco cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Managua, Nicaragua. p. 15-17.
- Pate, J.S. 1977. Functional biology of dinitrogen fixation by legumes. In; *A Treatise on Dinitrogen Fixation*. Section 111. Biology, Hardy, R. W. F. and Silver, W. S., Eds., John Wiley y Sons, New York, 467.
- Peck, N. H. & MacDonald, G. E. 1984. Snap bean *Phaseolus vulgaris* var. *Humilis* cultivar Bush blue lake 47 plan responses to nitrogen fertilization *Agro. J.*, 76, 247.
- Rava, C. A. 1991. Producción artesanal de semilla mejorada de frijol. p 15-19.
- Rosas, J., Bliss, F. 1986<sup>a</sup>, 1986<sup>b</sup>, Utilización del potencial de fijación de nitrógeno del frijol común en Centro América. *Ceiba* 27:105-115. *Agronomía Costarricense* 14(2) :202
- Rosas, J., Bliss, F. 1986<sup>a</sup>. Mejoramiento de la capacidad de fijación de nitrógeno en frijol común. *Ceiba* 27:95-104. *Agronomía Costarricense* 14(2) :202.
- Tapia, B. H. & Camacho, H. A. 1988. Manejo Integrado de la producción de Frijol Basado en Labranza Cero. Managua, Nicaragua. p. 50-55.
- Tapia, B. H. 1983. Manual de producción de frijol común. Ministerio de desarrollo agropecuario y reforma agraria. p. 69-71.

Viteri, S. E. Consenza, O. E. & Rosas J. C. 1992. Catálogo de cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras p. 4-12.