



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN DE *Rhizobium tropici* UMR 1899 EN TRES
VARIETADES DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) Y LA
EXTRACCIÓN DE MACRONUTRIENTES PRIMARIOS
POR EL CULTIVO**

AUTORES

**Br. VICENTE CONCEPCIÓN JUÁREZ CORTÉZ
Br. JULIA ISABEL SÁNCHEZ SALGADO**

ASESORES

**Ing. Agr. MSc. FRANCISCO TELÉMACO TALAVERA SILES
Ing. Agr. MIGUEL GERÓNIMO RÍOS**

**Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador
como requisito final para optar al título de
Ingeniero Agrónomo con orientación
en Fitotecnia**

**MANAGUA, NICARAGUA
NOVIEMBRE, 1999**

DEDICATORIA

Luego de haber logrado una meta más en mi vida gracias a DIOS padre todo poderoso, que en todas las circunstancias de esta larga jornada me brindó protección, perseverancia y sabiduría.

De manera muy especial con todo amor y respeto a quienes con sus innumerables esfuerzos y sacrificios me supieron forjar, mis padres:

**Norma Francisca Cortéz Machado.
José Leonidas Juárez García**

A mis abuelit@s:

**Pedro Cortéz Altamirano (q.e.p.d)
Pedro Ramón Juárez Valdivia (q.e.p.d) y
Fidelina de los Santos García Mendoza (q.e.p.d). Quienes sin lugar a duda hubiese sido el gozo más placentero el de verme coronar mi carrera.**

A mi pequeña hija Kathya Deyanira Juárez Pichardo, por ser el eje y fuerza motriz en mi vida.

A mis hermanos:

José Ramón, Douglas Gerónimo y Delver José Juárez Cortéz, por su apoyo incondicional en los malos y buenos momentos de la vida.

Mi propia persona por toda la dedicación, esfuerzo e innumerables sacrificios durante el transcurso de este trabajo.

A la clase más humilde y desposeída que lucha cada día por salir adelante, fuerza motriz de la Producción Agrícola Nicaragüense, los CAMPESINOS.

Vicente Juárez Cortéz.

DEDICATORIA

En especial a DIOS todo poderoso por su incondicional ayuda día a día en mis años de estudios, por haberme dado esa perseverancia a pesar de muchos tropiezos durante este camino, permitiéndome gozar de esta alegría llegando a fin de esta meta.

A la memoria de mi madre Margarita Salgado (q.e.p.d) madre ejemplar quien siempre me guió por un buen camino enseñándome la responsabilidad del cumplimiento a los compromisos, el afán de superarme, la dignidad que debemos tener todas las personas. A mi madre que desde donde DIOS la tenga, yo se que también participa de mi alegría.

A mis sobrinitos: Yader, Gyssell Ridder, Kevin y Yeison Sánchez aliento de salir adelante.

Julia Isabel Sánchez Salgado

AGRADECIMIENTO

Una obra, es por supuesto, el esfuerzo de sus autores, pero también de aquellos que al leerlo, criticarlo, contribuyen a su realización.

Les expresamos toda nuestra gratitud en particular a:

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), Facultad de Agronomía (FAGRO), Departamento de Horticultura, con mucho respeto a los Docentes que nos supieron forjar.

Al programa Ciencia de las Plantas (UNA – SLU Plant Cience Program), por el financiamiento de este estudio en su parte experimental así como la de su publicación.

Al programa de BECAS de la UNA, por habernos brindado la oportunidad de ingresar al programa y de esta manera poder culminar exitosamente una carrera profesional que nos permitirá insertarnos a la actividad Agrícola de nuestra querida Nicaragua.

A Lic. Ruth Velia Gómez, por habernos apoyado en la información tan valiosa y oportuna, además en la reproducción del documento final.

A Lic. Crisanto Sacasa Gurdían por la desinteresada ayuda y poyo en toda mi vida estudiantil quien sin duda alguna no hubiese estudiado una carrera profesional.

Nos han ayudado con sus valiosos consejos y aportaciones en la revisión del documento y por habernos formado como profesionales a:

**Ing. Arg. MSc. Moisés Agustín Blanco Navarro e
Ing. Agr. MSc. Víctor Aguilar.**

Pero sí debo de hacer una excepción para agradecer de manera muy especial a DIOS y al trabajo realizado por nuestros asesores como son:

**Ing. Agr. M Sc. Francisco Telémaco Talavera Siles e
Ing. Agr. Miguel Gerónimo Ríos,**

A cuyo cargo estuvo la revisión y dirección de la presente obra y sin cuyas experiencias como redactores, su trabajo acucioso y organizado no hubiera sido posible la presentación acabada de la obra. Todo esto constituye para nosotros motivo de mucho orgullo la culminación de la obra.

Vicente Juárez Cortés.

Isabel Sanchez Salgado

“Teoría es cuando se sabe todo y nada funciona (la Universidad); y práctica es cuando todo funciona y nadie sabe por qué (el campo)”.

Jairo Restrepo.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
I- INTRODUCCIÓN	1
II- MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1 Localización o ubicación del ensayo	6
2.2 Tipo de suelo	7
2.3 Descripción del trabajo experimental	7
2.3.1 Diseño experimental	7
2.3.2 Dimensiones	9
2.4 Variables de Crecimiento y desarrollo del cultivo	9
2.4.1 Altura de planta	10
2.4.2 Número de nódulos	10
2.4.3 Peso seco de nódulos	10
2.4.4 Nódulos efectivos	10
2.4.5 Ubicación de los nódulos en la planta	10
2.5 Variables de rendimiento y sus componentes	11
2.5.1 Peso seco del área foliar	11
2.5.2 Densidad de plantas por hectárea	11
2.5.3 Número de vainas por planta	11
2.5.4 Número de granos por vaina	11
2.5.5 Peso de 100 granos	11
2.5.6 Rendimiento de granos	12

2.6	Manejo agronómico	12
2.6.1	Preparación del suelo	12
2.6.2	Siembra	12
2.6.3	Fertilización	13
2.6.4	Plagas y enfermedades	13
2.6.5	Manejo de malezas	13
2.6.6	Cosecha	13
2.6.7	Preparación del inoculante	13
2.7	Extracción de nitrógeno, fósforo y potasio por el follaje (tallo-hoja) y la raíz	14
III-	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
3.1	Variables durante el crecimiento y desarrollo del cultivo en tres variedades de frijol común	15
3.1.1	Altura de planta	15
3.1.2	Número de nódulos	16
3.1.2.1	Número de nódulos por variedad	16
3.1.2.2	Número de nódulos por bacteria (<i>Rhizobium</i>)	18
3.1.2.3	Nódulos efectivos	19
3.1.2.4	Nódulos inefectivos	20
3.1.3	Peso seco de nódulos por planta	21
3.1.4	Peso seco de cada nódulo por planta	22
3.2	Componentes de rendimiento	24
3.2.1	Materia seca	24
3.2.1.1	Peso seco del follaje	24
3.2.1.2	Peso seco de la raíz	25
3.2.1.3	Densidad poblacional (plantas/hectárea)	26
3.2.1.4	Número de vainas por planta	27
3.2.1.5	Número de granos por vaina	29

3.2.1.6	Peso de 100 granos	30
3.2.1.7	Rendimiento	31
3.3	Análisis de suelo	33
3.4	Extracciones nutricionales	35
3.4.1	Extracciones de nutrientes por el cultivo	35
3.4.2	Extracciones de nitrógeno por el follaje	36
3.4.3	Extracciones de nitrógeno por la raíz	37
3.4.4	Extracciones de fósforo por el follaje	38
3.4.5	Extracciones de fósforo por la raíz	39
3.4.5.1	Efecto del fósforo en la fijación biológica del nitrógeno	40
3.4.6	Extracciones de potasio por el follaje	41
3.4.7	Extracciones de potasio por la raíz	42
3.4.8	Extracciones totales de nitrógeno, fósforo y potasio por las diferentes variedades de frijol común	43
IV-	CONCLUSIONES	45
V-	RECOMENDACIONES	47
VI-	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página.
1. Características químicas del suelo. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.	7
2. Características de las variedades en estudio. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.	8
3. Nodulación producida por <i>Rhizobium spp</i> (escala)	8
4. Dimensiones del ensayo. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.	9
5. Descripción de los tratamientos. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.	9
6. Evaluación de la altura de planta (cm) a los 50 dds. en el cultivo del frijol común en La Finca Experimental. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.	16
7. Efecto de los tratamientos en la nodulación en las diferentes etapas fenológicas del cultivo del frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera. 1996.	19
8. Efecto del peso seco de cada nódulo (mg) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.	22

II

9. Comportamiento del peso seco de nódulo por planta (mg) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 23
10. Contenido de materia seca en el follaje (kg/ha) por la planta de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 24
11. Contenido de materia seca en las raíces (kg/ha) en la planta de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 25
12. Efecto de las bacterias *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* y *Rhizobium tropici* UMR 1899, en tres variedades de frijol común sobre la densidad de plantas. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 27
13. Efecto de las bacterias *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* y *Rhizobium tropici* UMR 1899 en tres variedades de frijol común sobre los componentes del rendimientos. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 31
14. Efecto de las bacterias *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* y *Rhizobium tropici* UMR 1899, en tres variedades de frijol común sobre los rendimientos. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 32
15. Resultado de los análisis químicos en cada unidad experimental en los suelos de La Compañía, Carazo, Postrera. 1996. 34
16. Extracción de nitrógeno por los tejidos del follaje en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 37

17. Extracción de nitrógeno por la raíz en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 38
18. Extracción de fósforo, por el follaje en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 39
19. Extracción de fósforo por los tejidos de la raíz en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 40
20. Extracción del potasio por el follaje en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 41
21. Extracción de potasio por los tejidos de la raíz en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996. 42
22. Extracciones totales de nitrógeno fósforo y potasio por tres variedades de frijol asociada a dos *Rhizobium*. La Compañía, Carazo, Postrera 1996. 44

INDICE DE FIGURA

Figura	Página.
1. Comportamiento de la precipitación y temperatura. La Compañía, Carazo, postrera, 1996.	6
2. Porcentaje de nódulos efectivos. La Compañía, Carazo, postrera, 1996	20
3. Porcentaje de nódulos inefectivos. La Compañía, Carazo, postrera, 1996	21

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la finca experimental La Compañía, Carazo, en época de postrera (octubre – diciembre de 1996), en suelos jóvenes de origen volcánico con altos contenidos de potasio y deficiente de fósforo. El propósito del experimento fue determinar la influencia de dos tipos de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), sobre la producción de materia seca y rendimiento, así como la extracción de los elementos mayores tales como N, P y K. Las variedades evaluadas fueron: Honduras - 46, DOR - 364 y Revolución - 79 y los tipos de *Rhizobium* evaluados fueron: *Rhizobium tropici* UMR 1899 y la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*. El diseño utilizado fue bloques completos al azar (B.C.A), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de nódulos, peso seco de nódulos, peso seco de cada nódulo, materia seca, densidad de plantas por hectárea, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, rendimiento y extracciones de macronutrientes como N, P y K. Los datos se procesaron usando análisis de varianza (ANDEVA) y se utilizó la prueba de rangos múltiples de DUNCAN ($P \leq 0.05$). Los resultados obtenidos se pueden sintetizar de la siguiente forma: la variedad Honduras - 46, presentó mayor producción de materia seca en los tejidos del follaje (1563.23 kg/ha), así como también obtuvo el mayor rendimiento (1 000.51 kg/ha), la variedad Revolución - 79 obtuvo la mayor producción de materia seca en los tejidos de la raíz (117.91 kg/ha). La variedad DOR - 364 obtuvo la mayor extracción de macro nutrientes primarios (67.12 kg/ha de nitrógeno, 6.90 kg/ha de fósforo y 60.91 kg/ha de potasio). La bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* obtuvo la mayor producción de materia seca en los tejidos del follaje y la raíz, así como en el rendimiento y extracciones totales de macronutrientes primarios.

I INTRODUCCION

En Nicaragua el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es después del maíz (*Zea mays* L.), el principal alimento básico y fuente de proteínas más importante y barata para el pueblo nicaragüense, constituye del 16 al 22.3 por ciento de proteínas en edición de carbohidratos y minerales según Martín (1984), citado por Blanco (1990), siendo el consumo per cápita alto (aproximadamente 50 g), variando mucho de año con año, dependiendo de la producción, las importaciones, precios y existencias.

Las leguminosas se encuentran entre los cultivos más importantes del mundo debido a que suministran alimento para el hombre (granos) y los animales (forraje) y permiten la economía del nitrógeno del suelo, ya que la mineralización de sus residuos constituye un aporte de nitrógeno disponible. Estas obtienen la mayor parte del nitrógeno que necesitan del abundante nitrógeno gaseoso del aire, el cual es fijado y reducido hasta amoníaco (NH_3), gracias a una enzima localizada en el interior de los Rhizobios llamada nitrogenasa (Sylvester *et al.*, 1987).

El frijol se cultiva en todo el territorio nacional a alturas que fluctúan entre 50 y 1 500 msnm y sobre condiciones variables de lluvias. Se estima que en Nicaragua, el total de área apropiada para la siembra de frijol común es de 720 000 hectáreas (aproximadamente 1 024 560 mz), siendo el 14 por ciento de las mismas utilizadas en la actualidad (MAG, 1995).

El cultivo del frijol, es una actividad generalizada de pequeños y medianos productores, los cuales representa en Nicaragua alrededor del 95 por ciento 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 siembras al espeque o con bueyes (*Bos* sp.), uso de variedades criollas, uso de bajas densidades de plantas, deficiente fertilización, mal manejo de malezas y otras (Alemán & 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 & Bliss, 1986).

Los Rhizobios son bacterias del suelo, caracterizada por su habilidad para infectar las leguminosas e inducir la formación de nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico en las raíces. Son bacterias móviles aeróbicas, grandemente 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 existan cepas adaptadas a condiciones más extremas (Sylvester *et al.*, 1987).

La disponibilidad de la variedad genética de las cepas de *Rhizobium* necesaria para mejorar la capacidad de fijación de N₂ en el frijol ha sido indicada por varios autores, sugiriéndose además que es factible desarrollar cultivares comerciales con alta capacidad de nodulación y fijación de N₂, sin embargo, no se ha explotado adecuadamente esta posibilidad porque la mayoría de los programas de mejoramiento están dirigidos hacia el incremento de la resistencia de los factores bióticos que limitan la producción, mayoritariamente enfermedades (Graham *et al.*, 1993).

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 se debe aplicarse *Rhizobium* a la planta (Vázquez & Aguilera, 1984).

Como el cultivo del frijol constituye una de las principales fuentes de ingreso para pequeños y medianos productores de Nicaragua, es necesario la realización de investigaciones que den solución a los problemas que enfrentan: bajos rendimientos, alta incidencia de plagas y enfermedades, degradación del suelo y baja calidad de las cosechas, etc.

Este tipo de alternativas orgánico – biológicas, benefician a los pequeños y medianos productores porque no se necesita gran inversión, más que aquellos recursos orgánicos locales inoculados con microorganismos.

Debido a estas razones es necesaria la búsqueda de alternativas tendientes a incrementar la producción de frijol mediante nuevas formas de fertilización, como la biológica a través de bacteria del género *Rhizobium* (PROFRIJOL, 1992).

La fijación del nitrógeno atmosférico, es el proceso por el cual algunos microorganismos usan el contenido de nitrógeno del aire, reduciéndolo en amoníaco a través de la enzima llamada nitrogenasa para la producción de proteínas.

En áreas cultivadas, las asociaciones de *Rhizobium*-leguminosa, son las más importantes fuentes de nitrógeno fijado. Los niveles promedios de fijación de nitrógeno en estos sistemas agrícolas son del orden de 100 kg/ha/N/año. Sin embargo, se pueden tener niveles de 200 kg/ha/N/año. Mediante una adecuada selección de cepas de *Rhizobium*, variedades apropiadas de la planta huésped y adecuadas condiciones de crecimiento.

El frijol por ser una leguminosa, fija al nivel de los nódulos de sus raíces el nitrógeno del aire; es una planta que mejora la calidad del suelo. Sin embargo, por el momento no se conoce casi nada de estos niveles de fijación ni de los factores que influyen en este proceso (FAO, 1985).

Los microorganismos son utilizados en la agricultura por ser componentes importantes en las enmiendas orgánicas y compost, como inoculantes en el cultivo de leguminosas; todas estas aplicaciones están relacionadas unos con otras, por lo que es una consideración importante en la mejora del suelo producto de los efectos sinérgicos. Esto es difícil de cumplir si los microorganismos son aplicados

como una terapia sintomática, como es el caso de los fertilizantes químicos y pesticidas (Higa, 1994).

Un cultivo de leguminosas fija a menudo entre 200 y 300 kg de nitrógeno por hectárea y a veces más. Sin embargo, esto solamente ocurre cuando el cultivo es floreciente y el suelo natural pobre en nitrógeno. Es más, con relativo frecuencia ocurre que una leguminosa agota el nitrógeno del suelo si esta no fija el nitrógeno atmosférico y crece a expensa del nitrógeno combinado en el suelo (materia orgánica mineralizada y fertilizantes), (FAO, 1985).

Actualmente una cantidad de investigadores, organizadores, técnicos, productores y estudiantes se encuentran trabajando en materia de investigación participativa en diferentes partes del mundo para tratar de resolver los principales y más agudos problemas que enfrenta la agricultura.

En Nicaragua esta práctica se ha realizado muy poco, por lo tanto, es de suma importancia desarrollar investigaciones en este campo, debido a que año con año grandes cantidades de dinero son invertidos en 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.

Basado en la problemática descrita anteriormente tenemos como objetivos:

Objetivo general

- 1- Determinar la influencia de *Rhizobium tropici* UMR 1899 en tres variedades de frijol común, en cuanto a la extracción de nutrientes y rendimiento del cultivo.

Objetivos específicos

- 1- Determinar la influencia de *Rhizobium tropici* UMR 1899 en los componentes de crecimiento y rendimiento
- 2- Determinar la extracción de macronutrientes primarios y acumulación de materia seca por tres variedades de frijol común.

II MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización o ubicación del ensayo

El presente estudio consistió en un experimento de campo realizado durante la época de postrera (octubre - diciembre de 1996), en la Finca Experimental La Compañía, ubicada en el departamento de Carazo a 45 km de Managua (entre Masatepe y San Marcos).

La estación se encuentra ubicada a 11° 54' 00'' latitud norte, 86° 09' 00'' longitud oeste a una altura de 480 msnm. El lugar cuenta con una temperatura promedio anual de 23.5 °C y una precipitación anual de 1 200 a 1 500 mm, pendiente de 6 a 7 %, una humedad relativa promedio de 85 %, pH medio de 6.5. el clima es de tipo tropical estacional.

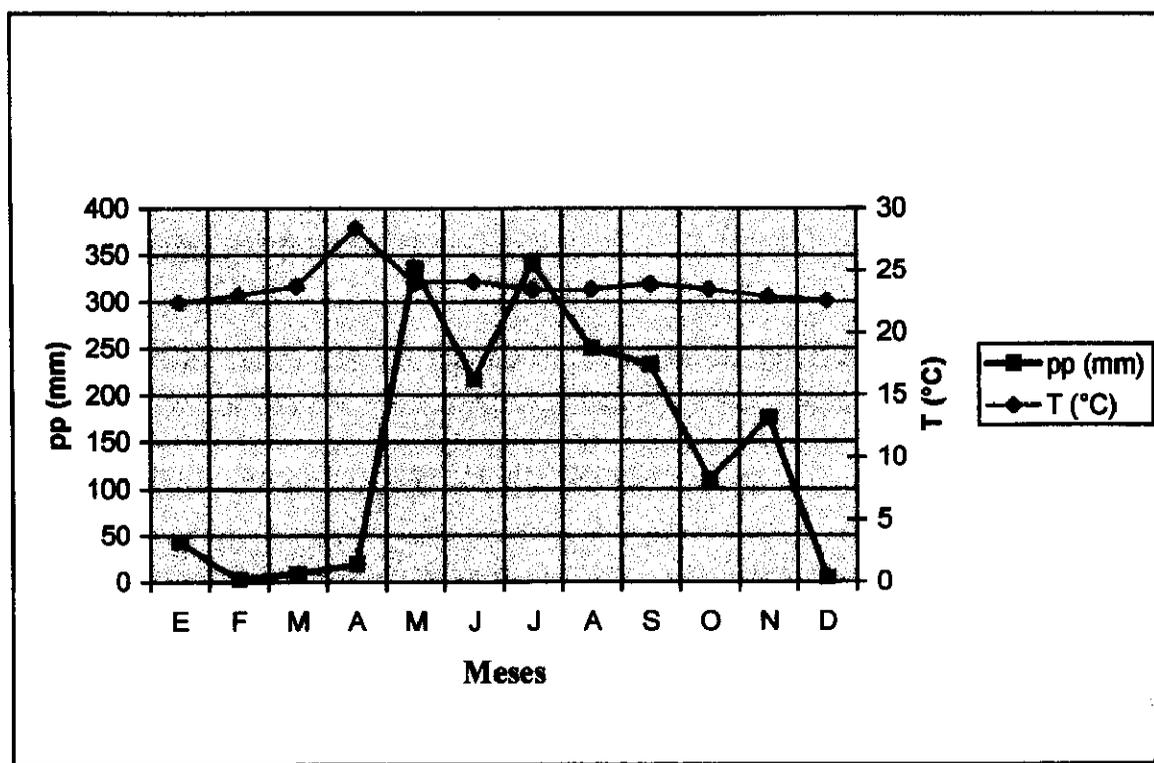


Figura 1. Comportamiento de la precipitación y temperatura. La Compañía, 1996.
(Fuente: INETER, 1996.)

2.2 Tipo de suelo

Los suelos de la finca experimental son de origen volcánico, pertenecen a la serie Masatepe, se caracterizan por tener un alto contenido de carbono orgánico y alto porcentaje de saturación de bases. Son suelos de textura franca, moderadamente profundos, bien drenados, medianamente ácidos a neutros, con permeabilidad y capacidad de retención de humedad moderada. Estos suelos se encuentran en pendientes casi planas o moderadamente escarpados (MAG, 1971).

Tabla 1. Características químicas del suelo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

H ₂ O	%	%	ppm	meq/100 g de suelo
pH	MO	N	P	K
6.88	8.7	0.42	4.58	0.91
Neutro	Alto	Alto	Pobre	Alto

Fuente: Laboratorio Suelos y Agua, UNA, 1996.

2.3 Descripción de trabajo experimental

2.3.1 Diseño experimental

El ensayo se realizó con un diseño de bloques completos a azar (BCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) para cada fecha de muestreo de todas las variables.

Los factores en estudios fueron:

Factor (A) Bacterias: *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* (nativa) y *Rhizobium tropici* UMR 1899 (procedente del Brasil, la cual fue la inoculada).

Factor (B) Variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.): Honduras - 46, DOR - 364 y Revolución - 79.

Tabla 2. Características de las variedades en estudio. La Compañía, Carazo.
Postrera, 1996.

Características	Variedades		
	Honduras - 46	DOR - 364	Revolución - 79
Días a floración	38	32 días	34
Altura del follaje (cm)	53	-	50.30 cm
Color de la vaina madura	Rojo oscuro brillante	-	Rosado uniforme
Color del grano	Rojo oscuro	-	Rojo claro opaco
Habito de crecimiento	II a	II b Indeterminado arbustivo	II a
Forma del grano	Alargado arrifonado	Arrifonado	Alargado casi cuadrado
Densidad de población por manzana	135,000 - 215,000	135,000 - 215,000	135,000
Siembra recomendable con:	Espeque, bueyes y maquina	Espeque, bueyes y maquina	Espeque, bueyes y maquina
Resistencia a:	Mosaico común	Mosaico común	Mosaico común y Mancha angular
Días de cosecha	75	78	70
Potencial genético (qq/mz)	17.43	23	18.40
Epoca de siembra	Postrera	Postrera	Primera y postrera
Regiones recomienda	VI y IV	IV y V	IV
Origen	Honduras	Guatemala	CIAT

Fuentes: MAG, 1992
Tapla & Pérez, 1984

Tabla 3. Nodulación producida por *Rhizobium* spp (escala)

Escala	Número de nódulos rojos en 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

2.3.2 Dimensiones

- a) Parcela experimental (PE): estuvo constituido por seis surcos de 5 m de longitud separados cada uno a 40 cm entre sí (2.4 m de ancho).
- b) Parcela útil (PU): constituida por cuatro surcos centrales dejando 50 cm de cabeceras.

Tabla 4. Dimensiones del ensayo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Descripción	Dimensiones	Area total
Area de la parcela útil	1.6 m X 4 m	6.4 m ²
Area de la parcela experimental	2.4 m X 5 m	12 m ²
Area de la parcela grande	5 m X 12 m	60 m ²
Area sembrada	12 m X 60 m	720 m ²
Area total del experimento		1 470 m ²

Tabla 5. Descripción de los tratamientos. La Compañía, Carazo Postrera, 1996.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T ₁	Honduras 46 + <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv <i>phaseoli</i> (V ₁ +B ₁)
T ₂	Honduras- 46 + <i>Rhizobium tropici</i> UMR 1899 (V ₁ +B ₂).
T ₃	DOR- 364 + <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv <i>phaseoli</i> (V ₂ +B ₁).
T ₄	DOR- 364 + <i>Rhizobium tropici</i> UMR 1899 (V ₂ +B ₂)
T ₅	Revolución - 79 + <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv <i>phaseoli</i> (V ₃ +B ₁)
T ₆	Revolución - 79 + <i>Rhizobium tropici</i> UMR 1899 (V ₃ +B ₂)

2.4 Variables de crecimiento y desarrollo del cultivo

Para la toma de datos se tomaron 10 plantas al azar por cada tratamiento, en cada uno de los bloques. Las variables medidas fueron las siguientes:

2.4.1 Altura de planta

En este estudio la altura de planta fue evaluada basándose en la longitud de la planta tomada desde el nivel del suelo hasta la última hoja trifoliada, realizada una vez en el ciclo biológico del cultivo y se realizó a los 50 días después de siembra, medida desde la superficie del suelo, hasta el final de la proyección de la planta en su habito natural.

2.4.2 Número de nódulos

Se tomó el número de nódulos por planta a los 22, 33, 41 y 54 dds. El conteo de los nódulos se realizó en el laboratorio, las raíces se lavaron para eliminar la tierra adherida al sistema radical y enseguida se procedió a desprender los nódulos con una pinza en una cubeta con agua, contándolos y depositándolos en plato petri.

2.4.3 Peso seco de nódulos

Para su evaluación se procedió al secado de los nódulos (envueltos en papel de aluminio), a una temperatura de 80 °C por un lapso de 48 horas y posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

2.4.4 Nódulos efectivos

La evaluación de los nódulos se determinó a los 33 días después de siembra, haciendo de manera visual un conteo y separándose los efectivos de los no efectivos.

2.4.5 Ubicación de los nódulos en la planta

Se realizó de forma visual en el momento en que se hizo la toma de datos, encontrando la mayor cantidad de nódulos en la parte superior de la raíz.

2.5 Variables de rendimiento y sus componentes

Estas fueron evaluadas al momento de la cosecha de acuerdo a la metodología usada para tal función. Las variables tomadas fueron:

2.5.1 Peso seco del área foliar

El área foliar fue empacada en bolsas de papel craft para su secado a temperatura de 100 °C durante 3 días. Una vez seca el área foliar se pesó en una balanza electrónica.

2.5.2 Densidad de plantas por hectárea

Se cosecharon y contaron todas las plantas de cada parcela útil correspondiente a un área de 6.4 m².

2.5.3 Número de vainas por plantas

En cada parcela útil se tomaron 10 plantas al azar a las cuales se les contó el número de vainas.

2.5.4 Número de granos por vainas

Para obtener la cantidad de granos por vaina se tomaron un total de 10 vainas al azar de cada parcela útil.

2.5.5 Peso de 100 granos

De la producción de granos obtenidos de cada parcela útil se tomaron las muestras para el peso de 100 gr, el cual fue ajustado a un 14 % de humedad.

2.5.6 Rendimiento de granos

La producción total de grano de cada área de 6.4 m² fue pesada y se ajustó a un 14 % de humedad y convertidas a kg/ha mediante la fórmula propuesta por Jeffrey (1985). Cantidad de agua = PF* %H/100

PS = PS*1.14 = Peso comercial.

Donde:

PF= Peso fresco

PS= Peso seco

Los resultados obtenidos durante la realización del experimento se presentan en tablas y figuras. Los datos se procesaron usando el programa estadístico SAS, la prueba de rangos múltiples se realizó por DUNCAN ($P \leq 0.05$).

Durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de escala de desarrollo del cultivo (Fernández *et al.*, 1985, citado por CIAT, 1985).

2.6 Manejo agronómico

2.6.1 Preparación del suelo

Se realizó de forma convencional (arado, grada, banqueo y posteriormente el surcado)

2.6.2 Siembra

La siembra se realizó de manera manual el día 12 de octubre de 1996, utilizando el método a chorillo (depósito de la semilla, de manera seguida), evaluando las variedades Honduras - 46, DOR - 364 y la Revolución - 79.

2.6.3 Fertilización

La fertilización consistió en la aplicación de sulfato de amonio ($\text{NH}_4 \text{SO}_4$) al 10 % a razón de (47.6 kg/ha), al momento de la siembra.

2.6.4 Plagas y enfermedades

En el control de zompopos (*Atta spp*) se realizó mediante la aplicación de counter (Terbufos) a razón de 15 lb/ha. En cuanto a la presencia de Mustia hilachosa (*Tanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, se aplicó Benlate (Benomyl) a razón de 0.35 kg/mz, y para el control de insectos se aplicó Tamarón 600 SL (Metamidofos) a los 27 dds en una dosis de 0.25 lt/ha.

2.6.5 Manejo de malezas

Se realizaron limpiezas, las cuales fueron manuales para evitar la influencia de herbicidas en el desarrollo de las bacterias.

2.6.6 Cosecha

Se realizó de forma manual, entre los 76 y 83 dds, luego se dejó secar al sol durante 2 - 3 horas y se procedió al aporreo manual.

2.6.7 Preparación del inoculante

Rhizobium es una bacteria no esporulante y como resultado su sobrevivencia es un inóculo, sin embargo, se desarrolla bien en el suelo y usualmente está presente en tierras cultivadas.

Este se realizó al momento de la siembra, con la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899, a la cual se le agregó turba a la mezcla y como adherente azúcar, los que sirvieron como sustrato alimenticio y permitir de esa manera una reproducción de la bacteria e inocular así la semilla con una mayor población de los microorganismos.

2.7 Extracción de nitrógeno, fósforo y potasio por el follaje (tallo-hoja) y la raíz.

Luego de haber sido sometidas estas muestras al proceso de secado y determinado el peso seco de cada una de ellas se enviaron al laboratorio para su respectivo análisis químicos determinando las concentraciones en cada parte de la planta y apartir de estas concentraciones se encontraron las extracciones por medio de la formula:

$$\frac{\text{Peso seco (kg/ha)} * \text{Concentración (\%)}}{100}$$

$$\frac{\text{Peso seco (kg/ha)} * \text{Concentración (ppm)}}{1\ 000\ 000}$$

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables evaluadas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo en tres variedades de frijol común

Se entiende por crecimiento al cambio de volumen o en peso. Es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido con base en algunos parámetros tales como grosor, diámetro del tallo, longitud del tallo, acumulación de materia seca, número de nódulos, índice de área foliar, etc. En cambio el desarrollo se refiere a procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de fenómenos o eventos sucesivos (Fernández *et al.*, 1985).

Durante el desarrollo de la planta los componentes de rendimientos se definen en el siguiente orden: primero el número de vainas, luego el número de granos por vaina y finalmente el peso de los granos. Cualquier situación de estrés que afecte a algunos de éstos componentes afecta el rendimiento.

Se puede señalar que la interacción variedad * bacteria no presentó diferencias estadísticas en ningunas de las variables a evaluar durante el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

3.1.1 Altura de planta

El crecimiento es un fenómeno cuantitativo (Fernández *et al.*, 1985, citado por Amaya & Cruz (1993). Además, este es controlado por varios o muchos genes. El medio ambiente afecta generalmente los caracteres cuantitativos mucho más que los cualitativos (Davis, 1985).

En la evaluación, los resultados reflejan que no existen diferencias estadísticas significativas entre las variedades, observándose que la mayor altura la presentó la variedad Honduras - 46 y por último la variedad de menor altura que fue la DOR - 364, esto se puede observar en la Tabla 6.

Para el factor bacteria no se encontró diferencias estadísticas significativas, presentando la mayor altura la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* y por último la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899, según se aprecia en la Tabla 6.

Tabla 6. Evaluación de la altura de planta (cm) a los 50 dds en el cultivo del frijol común en La Finca Experimental. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.

Factor variedad	Altura de planta (cm)
Honduras -- 46	54.30 a
DOR -- 364	52.79 a
Revolución - 79	52.96 a
Factor bacteria	
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	53.95 a
<i>Rhizobium tropici</i>	52.75 a
ANDEVA	NS
% C.V	15.38

Estos resultados no coinciden con (Herrera & Llano, 1981; Amaya & Cruz (1993); Guerra & Guerrero, 1995) quienes obtuvieron valores inferiores a los obtenidos en este ensayo, al evaluar estas variedades de frijol común.

3.1.2 Número de nódulos

3.1.2.1 Número de nódulos por variedad

Los nódulos tienen forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2-5 mm, los nódulos resultan de la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico y lo hacen disponible para la planta (Somarriba, 1997).

El análisis de varianza realizado con respecto a esta variable no muestra diferencias estadísticas significativas en ninguna de las muestras evaluadas, se comprobó que la variedad con mayor número de nódulos a los 22, 33 y 54 dds lo obtuvo la variedad Revolución - 79, excepto en el recuento realizado a los 41 dds que lo obtuvo la variedad DOR - 364, en cuanto al menor número de nódulos lo

presentó la variedad DOR - 364 a los 22, 33 y 54 dds, excepto en la muestra a los 41 dds que lo presentó la variedad Honduras – 46, esto se puede observar en la Tabla 7.

Esto se debe posiblemente a que esta variedad (Revolución – 79) fue más susceptible a una mayor simbiosis con la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899.

La disminución y fluctuación en cuanto al número de nódulos 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) y Mcferson *et al.*, (1981) mencionan que la condición de floración/maduración temprana o hábito de crecimiento determinando de la variedad influyen negativamente sobre la nodulación y fijación de nitrógeno hasta un nivel desconocido.

Una cantidad relativamente baja de este elemento disponible (N_2) durante el desarrollo inicial de la planta, generalmente disminuye la nodulación y crecimiento de la planta Izquierdo (1989).

Según la escala de nodulación elaborada por el CIAT (1987), se puede decir que la variedad Honduras - 46, DOR - 364 y Revolución - 79 con la bacteria estudiada *Rhizobium tropici* UMR 1899 y bajo las condiciones de La Compañía, postrera (1996), son especies pobres y que van desde pobres a muy pobres en el establecimiento de una simbiosis efectiva. Cabe señalar que dicha escala se aconseja aplicar para el momento máximo de la floración (R6) (Tabla 3)

Estos resultados no coinciden con los reportados por Vargas (1998), quien obtuvo valores inferiores a los obtenidos en este ensayo.

3.1.2.2 Número de nódulos por bacteria (*Rhizobium*)

En el análisis de varianza realizado con respecto a esta variable, no refleja diferencias estadísticas significativas en ninguna de las cuatro muestras evaluadas, se comprobó que la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899, obtuvo el mayor número de nódulos en las muestras evaluadas a los 22, 33, 41 y 54 días después de siembra (Tabla 7).

Esto demuestra la habilidad que tiene *Rhizobium tropici* UMR 1899, sobre la bacteria nativa para infectar primero las raíces, esto puede ser debido a la adaptabilidad de las condiciones ambientales y la capacidad tolerante que posee a ser activa aún en condiciones de suelos ácidos.

Esto no concuerda con Hubbell (1986), el cual menciona que existen casos en los que las cepas nativas pueden ser superiores a las estudiadas, formando una situación en que las cepas evaluadas no pueden competir con las nativas por sitio de infección en las raíces de las leguminosas.

La competencia de la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 con la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*, posiblemente se dio a que anteriormente en esa área no se cultivó, siendo esto un factor que permitió una mayor multiplicación de *Rhizobium tropici* UMR 1899.

Tabla 7. Efecto de los tratamientos en la nodulación en las diferentes etapas fenológicas del cultivo del frijol común: La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.

Tratamientos	Número de nódulos/planta			
	22 dds	33 dds	41 dds	54 dds
Factor variedad				
Honduras – 46	17 a	14 a	7 a	8 a
DOR – 364	16 a	11 a	11 a	7 a
Revolución - 79	18 a	16 a	9 a	12 a
Factor bacteria				
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	17 a	13 a	8 a	8 a
<i>Rhizobium tropici</i>	17 a	14 a	10 a	10 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% C.V	33.16	34.98	44.02	39.43

3.1.2.3 Nódulos efectivos

Según Binder (1997), el carácter más importante de la efectividad en un nódulo es la presencia en su interior de una zona de tonalidad rosada, correspondiente a la presencia de leghemoglobina, la cual tiene la función de suministrar oxígeno a la bacteria y proteger a la nitrogenasa del oxígeno libre. Este compuesto es el máximo responsable de la fijación nitrogenada y cuando ésta se interrumpe, se convierte en legcoleglobina de color verde. Esta tonalidad en el tejido nodular prueba, que ha disminuido o cesado la fijación del nitrógeno.

La evaluación de la efectividad de los nódulos se determinó al momento de realizar el conteo de manera visual a los 22 días después de siembra, separándose los nódulos eficientes de los no eficientes.

En esta evaluación sobre eficiencia y posición de nódulos, la mayoría de nódulos fueron encontrado en la parte superior de las raíces de la planta de frijol, esto permite señalar que la mayor producción de nódulos se presenta en las raíces secundarias.

En la Figura 2 se puede observar que el T₂ (Honduras- 46 + *Rhizobium tropici* UMR 1899), presenta el mayor porcentaje de nódulos efectivos y el menor porcentaje es en el T₃ (DOR- 364 + *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*).

Estudios realizados por la FAO (1985), señalan que el pigmento rojo se asocia con fijación activa de nitrógeno.

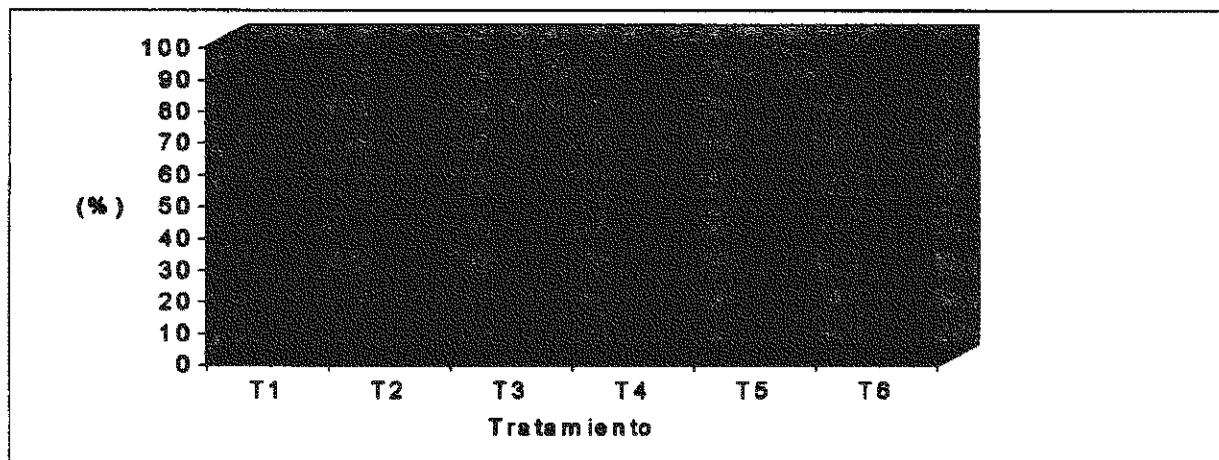


Figura 2. Porcentajes de nódulos efectivos

T₁: Honduras 46 + *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*

T₂: Honduras- 46 + *Rhizobium tropici* UMR 1899

T₃: DOR- 364 + *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*

T₄: DOR- 364 + *Rhizobium tropici* UMR 1899

T₅: Revolución - 79 + *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*

T₆: Revolución 79 + *Rhizobium tropici* UMR 1899

3.1.2.4 Nódulos inefectivos

En la asociación de nódulos inefectivos existe un gran número de nódulos pequeños, duros, esféricos y de color blanco, repartido por todo el sistema radicular. la planta generalmente tiene un color verde pálido o amarillento (Binder, 1997).

En esta evaluación de nódulos inefectivos, se determinó que al realizar el conteo de nódulos, el T₃ (DOR - 364 + *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*.) refleja el mayor porcentaje de nódulos inefectivos y T₂ (Honduras- 46 + *Rhizobium tropici* UMR 1899) el menor porcentaje, este comportamiento se refleja en la Figura 3.

Posiblemente el hecho que los nódulos inefectivos se encuentren en estos tratamientos, probablemente sea consecuencia de la ausencia de infestación entre el *Rhizobium* y el nódulo. Esta afirmación de nódulos no efectivos se realiza basado en la coloración café o verde que indica la ausencia de efectividad de éstos.

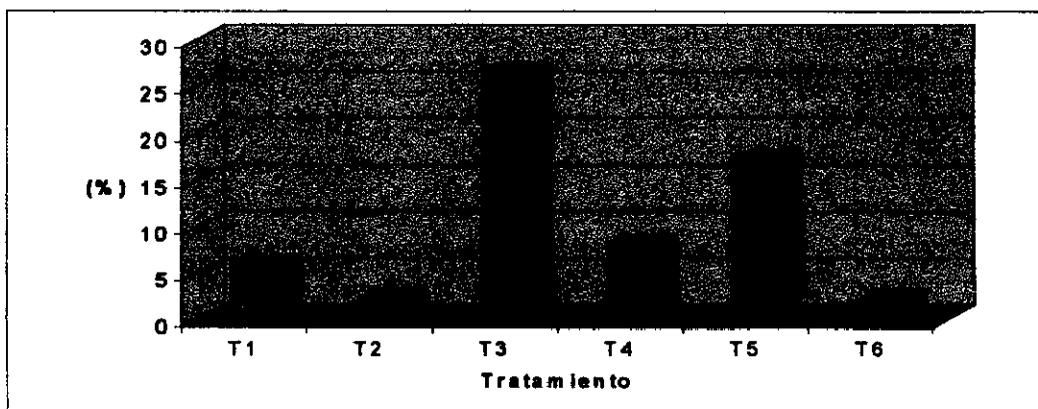


Figura 3. Porcentaje de nódulos inefectivos

- T₁: Honduras 46 + *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*
- T₂: Honduras- 46 + *Rhizobium tropici* UMR 1899
- T₃: DOR- 364 + *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*
- T₄: DOR- 364 + *Rhizobium tropici* UMR 1899
- T₅: Revolución - 79 + *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*
- T₆: Revolución 79 + *Rhizobium tropici* UMR 1899

3.1.3 Peso seco de nódulos por planta (mg)

En el análisis de varianza realizado a esta variable no mostró diferencias estadísticas significativas en ninguna de las tomas de datos llevadas a cabo (22, 33 y 41 dds), teniendo a los 22 y 41 dds el mayor promedio de peso seco de nódulo por planta, la variedad Revolución - 79 y a los 33 dds lo obtuvo la variedad DOR - 364. No obstante el menor promedio de peso seco de nódulo por planta a los 22 dds lo obtuvo la variedad DOR - 364 y a los 33 y 41 dds lo obtuvo la variedad Honduras – 46 (ver Tabla 8).

Se puede observar que los mayores promedios de peso seco de nódulos lo presentó la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 para las tres fechas de muestreo.

Tabla 8. Efecto del peso seco de cada nódulo (mg) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.

Tratamientos	Peso seco de cada nódulo por planta (mg).		
	22 dds	33 dds	41 dds
Factor variedad			
Honduras - 46	3.45 a	4.81 a	0.58 a
DOR - 364	3.55 a	6.43 a	0.17 a
Revolución - 79	3.43 a	4.27 a	0.92 a
Factor bacteria			
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	3.37 a	5.29 a	0.96 a
<i>Rhizobium tropici</i>	3.58 a	5.07 a	0.82 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% C.V	41.31	45.36	32.45

Esta disminución de peso seco de nódulos por planta a los 41dds se debió posiblemente a que el cultivo ya se encontraba en la etapa de floración. Mcferson *et al.*, (1981) menciona que las condiciones de floración por maduración temprana o hábito de crecimiento determinado de la variedad influye negativamente sobre la nodulación y fijación del nitrógeno (N₂) hasta un nivel desconocido.

3.1.4 Peso seco de cada nódulo por planta

En el análisis de varianza realizado a esta variable, no mostró diferencias estadísticas significativas en ninguna de las evaluaciones llevadas a cabo, teniendo a los 22 y 33 dds el mayor promedio de peso seco de cada nódulo por planta, la variedad DOR - 364 y a los 41dds lo obtuvo la variedad Revolución - 79. No obstante el menor promedio de peso seco por planta a los 22 y 41 dds lo obtuvo la variedad Honduras - 46, sin embargo, a los 33 dds lo obtuvo la variedad Revolución - 79 (ver Tabla 9)

Sin embargo, para el factor bacteria se puede afirmar que los mayores promedio de peso seco de cada nódulo a los 22 dds lo obtuvo la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 y a los 33 y 41 dds lo presentó la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*.

Tabla 9. Comportamiento del peso seco de nódulo por planta (mg) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de frijol común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.

Tratamientos	Peso seco de nódulos/planta (mg)		
	22 dds	33 dds	41 dds
Factor variedad			
Honduras – 46	58.75 a	67.33 a	4.63 a
DOR – 364	56.75 a	74.00 a	8.23 a
Revolución - 79	61.75 a	68.33 a	11.08 a
Factor bacteria			
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	57.33 a	68.72 a	7.70 a
<i>Rhizobium tropici</i>	60.83 a	71.05 a	8.26 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% C.V	7.70	28.94	58.82

En esta evaluación se observó que todas las variedades obtuvieron un ascenso de peso seco de nódulo por planta hasta los 33 días después de la siembra, durante el desarrollo del ciclo del cultivo, dando como resultado un descenso a los 41 dds los cuales fueron muy bajos.

Esta pérdida de peso tiene que ver con la etapa fenológica del cultivo y con el ciclo de vida del nódulo. Según Binder (1997) la vida de un nódulo generalmente es corta, cuando los nódulos degeneran pierden su tinte rojo y se produce un ennegrecimiento general de todos los tejidos; la superficie se arruga y los tejidos pulposos se ablandan. Es en esta fase cuando los nódulos se desprenden de las raíces por el estrecho punto de inserción en ellos.

3.2 Componentes de rendimiento

3.2.1 Materia seca

3.2.1.1 Peso seco del follaje

Los resultados del análisis de varianza para el peso seco del follaje indican que no existen diferencias estadísticas significativas en las dos muestras evaluadas a los 33 y 41 días después de siembra. En la primera evaluación la variedad DOR – 364 obtuvo el mayor promedio de peso seco y la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899. En el caso de la segunda observación la obtuvo la variedad Honduras - 46 y la bacteria *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* (Tabla 10).

En cuanto al menor peso seco del follaje en la primera evaluación a los 33 días después de siembra, lo obtuvo la variedad Honduras - 46 y para el caso de la segunda evaluación lo obtuvo la variedad Revolución – 79 (Tabla10)

Tabla 10. Contenido de materia seca en el follaje (kg/ha) por la planta de frijol Común. La Compañía, Carazo, Postera, 1996.

Tratamientos	Peso seco follaje (kg/ha)	
	33 dds	41 dds
Honduras – 46	598.36 a	1 563.23 a
DOR - 364	773.11 a	1 559.65 a
Revolución - 79	619.25 a	1 474.28 a
Factor bacteria		
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	610.40 a	1 629.20 a
<i>Rhizobium tropici</i>	716.75 a	1 435.58 a
ANDEVA	NS	NS
% C.V	13.08	21.51

En la Tabla 10 se puede observar que en los dos factores en estudio (variedad y bacteria) se da un incremento de materia seca en las dos evaluaciones, reflejando a los 41 días después de siembra el mayor peso de materia seca la variedad Honduras – 46, posiblemente a que esta variedad tiene mayor follaje, así como también obtuvo la mayor altura de planta que las demás variedades.

Esto se debió posiblemente al hábito de crecimiento y además que la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 pudo realizar mejor simbiosis con la planta de frijol ya que esta bacteria obtuvo mayor promedio.

3.2.1.2 Peso seco de la raíz

El sistema radical en el cultivo del frijol es poco profundo, ya que la mayoría de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad. Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radical tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación, incluso dentro de una misma variedad. El tipo de raíz pivotante auténtica se presenta en un bajo porcentaje (PROFRIJOL, 1995).

El análisis de varianza realizado con respecto a esta variable a los 22, 33 y 41 días después de siembra, la prueba de rangos múltiple de DUNCAN, no establece diferencias estadísticas significativas en las tres variedades en estudio. Sin embargo, el mayor peso seco en los tejidos de la raíz a los 22 y 33 dds lo obtuvo la variedad DOR – 364 y a los 41 dds lo obtuvo la variedad Revolución – 79 (observar Tabla 11).

Para el factor bacteria no existen diferencias estadísticas sin embargo, a los 22 dds lo presentó la bacteria nativa *Rhizobium tropici* UMR 1899 no así para los 33 y 41 dds que lo obtuvo la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* (Tabla 11).

Tabla 11. Contenido de materia seca en las raíces (kg/ha) en la planta de frijol Común. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.

Tratamientos	Peso seco raíces (kg/ha)		
	22 dds	33 dds	41 dds
Factor variedad			
Honduras – 46	56.93 a	92.47 a	103.86 a
DOR – 364	68.50 a	143.41 a	105.67 a
Revolución - 79	65.91 a	96.69 a	117.91 a
Factor bacteria			
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	58.08 a	119.53 a	114.50 a
<i>Rhizobium tropici</i>	68.48 a	102.19 a	103.79 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% C.V	19.41	26.50	23.58

~~En todas las~~ observaciones se da un incremento de peso seco con respecto a las tres variedades, no obstante en el caso de la variedad DOR - 364 ~~que logró~~ mantener el aumento ascendente hasta los 33 dds, teniendo un descenso marcado a los 41 dds.

Este descenso posiblemente se debe a que existió un desequilibrio en el suelo de algunos factores como: retención de humedad, temperatura, cantidad de nutrientes y organismos perjudiciales para la planta presentes en el suelo, que son importantes en la conformación del sistema radicular y su tamaño.

El incremento de peso de la raíz que se muestra de una etapa de cultivo a otro, probablemente es por el proceso de desarrollo que va sufriendo el sistema radicular al ir formándose sus últimas subdivisiones.

3.2.1.3 Densidad poblacional (plantas/hectárea)

Se ha encontrado que altas densidades de plantas, permiten un cierre más temprana, lo que reduce el espacio de crecimiento de malezas, disminuyendo su capacidad fotosintética y favoreciendo el crecimiento de la planta de frijol (Blanco, 1988).

Blanco (1989), manifiesta que densidades altas brindan mayor oportunidad de competencia al frijol con la maleza y por consiguiente aumenta el rendimiento.

En esta evaluación de densidades de plantas por hectárea refleja que no existen diferencias estadísticas significativas en las tres variedades en estudio, sin embargo, hay que observar que la variedad DOR - 364 obtuvo la mayor densidad y por último la variedad con menor densidad es la Honduras - 46 (Tabla 12).

Para el factor bacteria no existe diferencias estadísticas, pero sí la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 obtuvo el mayor promedio de plantas por hectárea y por último la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* con el menor promedio.

Se puede señalar que las altas densidades poblacionales se debe a que no se realizó la labor de aclareo.

Tabla 12. Efecto de las bacterias *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* y *Rhizobium tropici* UMR 1899 en tres variedades de frijol común sobre la densidad de plantas. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.

Tratamientos	Densidad de plantas/ha
Factor variedad	
Honduras - 46	195 750 a
DOR - 364	245 000 a
Revolución - 79	225 000 a
Factor bacteria	
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	203 416.70 a
<i>Rhizobium tropici</i>	240 416.70 a
ANDEVA	NS
% C.V	18.33

Estos resultados coinciden con los reportados por Avelares (1992) y Cerrato (1992), quienes no encontraron diferencias significativas en sus tratamientos, sin embargo, Amaya & Cruz, (1993), encontraron diferencias estadísticas significativas al evaluar siete variedades de frijol común.

3.2.1.4 Número de vainas por planta

El número de vainas por plantas es un componente cuantitativo del rendimiento y que difiere entre las variedades por ser poligénicos, White (1985) y Tapia (1987), explican que éste carácter está en dependencia del número de flores que tenga la planta.

Tapia (1987), menciona que el número de vainas por planta es uno de los parámetros que mayor relación tiene con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta.

El número de vainas por planta es diferente para cada variedad presentando cada una un comportamiento característico de ello, según Herrera & Llano (1981).

El resultado del análisis estadístico indica que no existen diferencias significativas en las variedades en estudio. En la Tabla 13 puede observarse que el mayor promedio de vainas por planta lo obtuvo la variedad Honduras - 46, y por último la variedad Revolución - 79 con el menor número de vainas por plantas.

Según Tapia (1987), el parámetro de número de vainas por planta con respecto a la variedad Revolución - 79 es de 14 vainas/planta, lo cual no coincide con resultados obtenidos en nuestro experimento.

Para el factor bacteria no se presentó diferencias estadísticas significativas, sin embargo, las bacterias evaluadas presentaron una igualdad en el número de vainas por planta.

El número de vainas por planta siempre está asociado con el rendimiento Mezquita (1973) citado por Artola (1990) y suele ser el componente más importante con respecto a los otros tal como lo plantea Adams (1967); por otro lado, el aumento de este componente se interpreta como capacidad competitiva; Valverde (1986) citado por Artola (1990).

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Herrera & Llano (1981), quienes al evaluar el número de vainas por plantas encontraron que las variedades Revolución - 79 y Honduras - 46, se encuentra por encima de los obtenidos en este ensayo y con respecto a la variedad DOR - 364 los resultados obtenidos por Vargas (1998), coinciden con estos resultados.

No obstante Guerra & Guerrero (1995), superan los resultados obtenidos en este experimento con respecto a las variedades DOR - 364 y Revolución - 79.

Probablemente el hecho de que la variedad Honduras - 46 haya presentado, el mayor número de vainas por planta se debe a su hábito de crecimiento. La mayoría de los materiales criollos a nivel nacional presentan hábito de crecimiento indeterminado (Tapia & Camacho, 1988). Las variedades con crecimiento indeterminado tienden a producir mayor número de vainas (CIAT, 1978), estos resultados se pueden observar en la Tabla 13.

3.2.1.5 Número de granos por vaina

Esta variable, es una característica genética propia de cada variedad que varía poco con las condiciones ambientales, dicho componente es heredable y se toma como indicador la poca influencia que ejerce el ambiente Bonilla (1990).

Según Zapata & Orozco (1991). Plantean que el número de granos por vaina, siempre se asocia con el rendimiento.

Tapia (1987), afirma que el rendimiento del frijol común varía según el ciclo, el número de vainas por plantas, el número de granos por vainas y peso de grano.

El análisis de varianza realizado revela que no existen diferencias estadísticas significativas en las variedades en estudio al 5 % de error, sin embargo, la variedad DOR - 364 presentó el mayor número de granos por vaina y por último las variedades Honduras - 46 y Revolución - 79 con el menor número de granos por vaina.

En cuanto al número de granos por vainas para el factor variedad se encontró que los promedios obtenidos son bajos con respecto al potencial característico de cada variedad, al evaluar el número de granos por vainas, la variedad Revolución - 79

presentó un promedio 5 granos/vaina lo cual coincide con Tapia (1987) al plantear que los promedios de número de vainas para la variedad Revolución - 79 es de 5.

Para el factor bacteria no reflejó diferencias estadísticas significativas en las bacterias, sin embargo, se puede observar que la bacteria *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* y *Rhizobium tropici* UMR 4899 obtuvieron promedios iguales de granos por vaina.

Estos bajos resultados tanto para el factor bacteria como para el factor variedad probablemente se dio a que las cepas tanto *leguminosarum* como la *tropici*, no establecieron la suficiente simbiosis con las variedades de frijol estudiada.

3.2.1.6 Peso de 100 granos

El peso de la semilla es una característica controlada por un gran número de factores genéticos (Verneti, 1983), además de ser influenciado por factores ambientales.

Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Zapata & Orozco, 1991).

El peso promedio de las semillas es un componente que varía entre variedades, ya que es influenciado por factores genéticos y ambientales mayormente (Verneti, 1983) citado por Zapata & Orozco (1991).

El análisis estadístico demuestra que no existen diferencias estadística significativas con respecto a las variedades y bacteria. Para el factor variedad el mayor promedio de 100 granos lo obtuvo la variedad DOR - 364 y la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 (Tabla 13).

El peso de 100 granos con respecto a la variedad Honduras - 46 resultó ser menor a los resultados obtenidos por Herrera & Llano (1981) en cuanto a la variedad Revolución - 79, el cual se obtuvo valores mayores a los obtenidos por éstos.

Tabla 13. Efecto de las bacterias *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* y *Rhizobium tropici* UMR 1899 en tres variedades de frijol común sobre los componentes del rendimientos. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.

Tratamientos	Número de vainas/planta	Número de granos/vaina	Peso de 100 granos
Factor variedad	22dds	33dds	
Honduras - 46	7.00 a	5.00 a	17.25 a
DOR - 364	6.00 a	6.00 a	18.75 a
Revolución - 79	5.00 a	5.00 a	18.25 a
Factor bacteria			
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	6.00 a	5.00 a	18.00 a
<i>Rhizobium tropici</i>	6.00 a	5.00 a	18.17 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% C.V	12.89	11.15	9.05

3.2.1.7 Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento es un factor determinado por el genotipo, la ecología y el manejo de la plantación (Blandón y Arvizú, 1991).

El rendimiento determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido también al potencial genético que éstos tengan (Tapia, 1991).

Aunque el promedio de los tratamientos inoculados no mostró diferencias estadísticas significativas en relación al promedio de las no inoculadas, puede notarse que el mayor rendimiento en cuanto al factor variedad fue la variedad Honduras - 46 y la bacteria (ver Tabla 14).

Para el factor bacteria no presentó diferencias estadísticas significativas sin embargo, la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* presentó el mayor valor numérico.

Tabla 14. Efecto de las bacterias *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* y *Rhizobium tropici* UMR 1899 en tres variedades de frijol común sobre los rendimientos. La Compañía, Carazo, Postrera, 1996.

Tratamientos	Rendimientos (kg/ha)
Factor variedad	
Honduras - 46	1000.51 a
DOR - 364	987.06 a
Revolución - 79	793.40 a
Factor bacteria	
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	941.76 a
<i>Rhizobium tropici</i>	912.21 a
ANDEVA	NS
% C.V	13.22

Estos rendimientos son moderadamente bajos tomando en cuenta su potencial de producción respecto a cada variedad. Estos bajos rendimientos se dieron a causa de la incidencia que presentó la enfermedad Mustia hilachosa (*Tanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, debido a las altas densidades poblacionales.

Los resultados obtenidos en este ensayo se encuentran por debajo de los obtenidos por Amaya & Cruz (1993), al hacer comparación con las variedades Revolución - 79 y la variedad DOR - 364.

En el rendimiento se refleja la efectividad del manejo agronómico que el hombre ha dado al cultivo antes de su establecimiento como a lo largo de su ciclo (Zapata & Orozco, 1991). Según Tapia & Camacho (1988), la productividad varietal depende del genotipo, de la ecología y del manejo a que se someta el cultivo.

Christianses (1982) citado por Benavidez (1990), argumenta que la variabilidad en éste factor depende de un 60 - 80 % de efectos ambientales, sobre todo de la temperatura y la precipitación.

En cuanto al rendimiento (Chavez & Llesst, 1978; Rosas *et al.*; 1986, Díaz *et al.*, 1987) citados por Tapia & Camacho (1988), expresan que las variedades criollas sobresalen por su alta capacidad productiva aún comparándolas con variedades mejoradas resistente a uno o más patógenos; por su parte Rosas *et al.*, (1986) citados por Tapia & Camacho (1988), afirman que las variedades criollas pueden tener rendimiento efectivo de 1.0 tn métricas.

3.3 Análisis de suelo

Según los resultados obtenidos a través de laboratorio de suelo y agua de la UNA (1996), los suelos de La Compañía, no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. Reflejando concentraciones altas en MO, N y K, pobre en el caso del fósforo y el pH neutro respectivamente según clasificación establecida por MIDINRA (1983), en los suelos de Nicaragua.

Las altas concentraciones de nitrógeno que refleja el análisis de suelo de la compañía posiblemente afectó la simbiosis entre la leguminosa y el *Rhizobium*. Según la FAO (1990), los suelos pobres en nitrógeno presentan una gran ventaja particularmente para las leguminosas.

En cuanto al fósforo los suelos de Nicaragua contienen cantidades medias y bajas en la cuarta región, Valente & Rodríguez (1991), determinaron que más del 70 % de los suelos contienen menos de 10 ppm de fósforo coincidiendo este valor con los resultados obtenidos en el análisis de suelo de La Compañía y clasificados según MIDINRA (1983), como bajos, esto se puede observar en la Tabla 15.

Según Talavera (1989), a pesar de las buenas cualidades de éstos suelos, cuando no es fertilizado principalmente con fósforo su productividad es baja. La fertilización con fósforo, al contrario del potasio debe ser una práctica común.

En cuanto al potasio, Valente & Rodríguez (1991), plantean que más del 95 por ciento de los suelos muestreados en Nicaragua contienen más de 0.2 meq/100 g de suelo, ya que el 82 por ciento contienen más de 0.5 meq/100 g de suelo.

Los resultados del análisis de suelo en cada unidad experimental obtenidos del Laboratorio de Suelo y Agua de la (UNA), fueron sometidos a un análisis estadístico reflejando que no existe diferencia significativa en cuanto al porcentaje de nitrógeno al igual que para las partes por millón de fósforo y meq/100 g de suelo (potasio).

Tomando en cuenta el rango de clasificación establecidos por MIDINRA (1983), los suelos de la compañía presentan valores de potasio que se sitúan de acuerdo a la clasificación hecha por Fuentes (1994), entre alto y muy alto (0.5 y 0.85 meq/100 g de suelos), estando las concentraciones de potasio encontradas en este suelo dentro del rango, lo que indica que no deben de existir problemas nutricionales de éste elemento (Tabla 15).

Tabla 15. Resultado de los análisis químicos en cada unidad experimental en los suelos de la compañía. Postrera (1996).

Tratamientos	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100 g)
Factor variedad				
Honduras – 46	7.71 a	0.40 a	6.25 a	0.87 a
DOR – 364	8.84 a	0.44 a	3.88 a	0.87 a
Revolución – 79	8.25 a	0.41 a	3.63 a	0.86 a
Factor bacteria				
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	8.14 a	0.42 a	4.58 a	0.89 a
<i>Rhizobium tropici</i>	8.39 a	0.42 a	4.58 a	0.84 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% C.V	14.60	27.17	43.33	24.24

3.4 Extracciones nutricionales

A continuación se presentan tablas en las cuales muestran el comportamiento de las extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio en diferentes etapas fenológicas del cultivo de frijol común, en la finca experimental La Compañía, Carazo, postrera, 1996.

3.4.1 Extracciones de nutrientes por el cultivo

La extracción por los cultivos es uno de los parámetros necesarios para determinar la recomendación de fertilización y para eso es necesario tomar en cuenta las demandas o extracción de nutrientes por el cultivo en cuestión, el contenido de nutrientes en el suelo considerando además la eficiencia del fertilizante o fuente del nutrientes (Arzola *et al.*, 1981).

El término análisis de planta se refiere al análisis total o cuantitativo de los elementos esenciales en el tejido de la planta (Potash & Phosphate Institute, 1988). Los problemas nutricionales generalmente se diagnostican analizando el suelo y el tejido vegetal y observando los síntomas (Howeler, 1980). Pero para aplicar ampliamente estos métodos es importante seleccionar en estas condiciones los mejores métodos, establecer los índices o niveles críticos de nutrientes, así como las dosis de éstos que se deben aplicar según la magnitud de la eficiencia (Arzola *et al.*, 1981).

3.4.2 Extracciones de nitrógeno por el follaje

El nitrógeno es el principal nutriente de la planta, ya que es el componente básico de proteínas, vitaminas, enzimas y aminoácidos (Somarriba, 1997).

La reserva de nitrógeno de los suelos, es lo que se denomina fertilidad potencial. Sin embargo, solo se encuentra disponible para las plantas, la fracción del mismo que se halla en forma de nitratos, lo que se denomina fertilidad actual (Fassbender, 1983).

El análisis de varianza realizado a la extracción de nitrógeno por los tejidos del follaje en el cultivo del frijol común a los 33 y 41 dds no presentó diferencias significativas en los tratamientos evaluados, presentando la mayor extracción a los 33 y 41 dds la variedad DOR – 364 y Honduras – 46, respectivamente y por último la variedad Revolución - 79 con menor extracción a los 33 dds y la variedad DOR – 364 a los 41 dds (Tabla 16).

Para el factor bacteria la mayor extracción se refleja en la bacteria *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* en las dos evaluaciones (33 y 41 dds) y por último la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 con la menor extracción.

Esto permite señalar a esta fecha (33 dds), la variedad DOR – 364 ejerció influencia positiva en cuanto a la extracción de este elemento (N₂) y que debido a la etapa fenológica del cultivo es cuando la planta mayormente lo demanda para la formación de las estructuras reproductivas.

El análisis realizados a los 41 dds no presentaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, las extracciones de las variedades aumentaron con respecto a las 33 dds y aún así se encontró valores muy por debajo de lo requerido por la planta de frijol lo cual indica que no se logró una simbiosis bien alta como para satisfacer las necesidades del cultivo del frijol (ver Tabla 16).

Tabla 16. Extracción de nitrógeno por los tejidos del follaje en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996

Tratamientos	Nitrógeno kg/ha	
	33 dds	41 dds
Factor variedad		
Honduras – 46	19.62 a	40.75 a
DOR – 364	24.22 a	37.90 a
Revolución - 79	17.53 a	39.28 a
Factor bacteria		
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	20.51 a	42.18 a
<i>Rhizobium tropici</i>	20.41 a	36.44 a
ANDEVA	NS	NS
% C.V	20.46	20.56

3.4.3 Extracciones de nitrógeno por la raíz

El análisis de varianza realizado a la extracción de nitrógeno por la raíz a los 22 días después de siembra refleja que no existen diferencias estadísticas significativas en las tres variedades en estudio, presentando las mayores extracciones la variedad Honduras - 46 y por último la variedad DOR - 364 con la extracción mínima.

La variedad DOR - 364 y Revolución – 79 presentaron las mayores extracciones de nitrógeno a los 33 y 41 dds. De acuerdo al análisis estadístico, estos tratamientos no muestran diferencias estadísticas significativas. sin embargo, los promedios presentados por DUNCAN indican que el valor más bajo lo presenta la variedad Honduras – 46 a los 33 y 41 días después de siembra. En cuanto al factor bacteria no reflejaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 siempre obtuvo el mayor promedio en las tres observaciones (22, 33 y 41 dds) (ver Tabla 17).

Se puede observar que a medida que avanzaba el ciclo del cultivo el sistema radicular se desarrollaba lo que le permite tener una mayor absorción de éste elemento.

Tabla 17 Extracción de nitrógeno por la raíz en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Tratamientos	Nitrógeno kg/ha		
	22 dds	33 dds	41 dds
Factor variedad			
Honduras - 46	0.62 a	1.07 a	3.30 a
DOR - 364	0.09 a	1.54 a	3.37 a
Revolución - 79	0.19 a	1.40 a	3.52 a
Factor bacteria			
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	0.78 a	1.52 a	3.39 a
<i>Rhizobium tropici</i>	1.05 a	1.56 a	3.40 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% C.V	27.04	28.47	26.14

3.4.4 Extracciones de fósforo por el follaje

En cuanto a la extracción de fósforo por el follaje el análisis de varianza realizado al factor variedad a los 22 y 33 dds de este elemento resultó ser no significativo presentándose todos los tratamientos dentro de una misma categoría estadística reflejando la mayor extracción la variedad DOR - 364 a los 22 dds y la variedad Revolución - 79 a los 33 dds (Tabla 18).

Para el factor bacteria no se presentó diferencias estadísticas significativas, sin embargo, la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 obtuvo la mayor extracción a los 22 dds y la bacteria *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* obtuvo la mayor extracción a los 33 dds, respectivamente.

Tabla 18. Extracción de fósforo por el follaje en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Tratamientos	Fósforo kg/ha	
	22 dds	33 dds
Factor variedad		
Honduras – 46	1.48 a	3.73 a
DOR – 364	1.76 a	4.66 a
Revolución - 79	1.66 a	4.98 a
Factor bacteria		
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	1.43 a	4.61 a
<i>Rhizobium tropici</i>	1.83 a	4.30 a
ANDEVA	NS	NS
% C.V	20.63	22.83

3.4.5 Extracciones de fósforo por la raíz

El fósforo es un elemento muy importante para el cultivo, ya que es componente de las nucleoproteínas, ácidos nucleicos, fosfolípidos y de las enzimas que participan en el transporte de energía. El fósforo interviene en el proceso de germinación, formación de raíces, floración, maduración y calidad de semilla (Somarriba, 1997).

Para la extracción de fósforo por la raíz el factor variedad a los 22, 33 y 41 dds el análisis de varianza a este elemento resultó ser no significativo, presentándose todos los tratamientos en una sola categoría estadística, reflejando la mayor extracción la variedad Revolución - 79 a los 22 dds y la variedad DOR - 364 a los 33 dds y por último la variedad Honduras - 46 a los 41 dds, esto se puede apreciar en la Tabla 19.

Para el factor bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 presentó la mayor extracción a los 22 dds y a los 33 y 41 dds la bacteria *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* presentó la mayor extracción.

Se puede señalar que en las observaciones a los 22, 33 y 41 días después de siembra, las diferencias en cuanto a la extracción de fósforo fue mínima debido a que este elemento no se encuentra disponible para la planta, además que no se le aportó ningún fertilizante a base de fuente fosforada.

Tabla 19. Extracción de fósforo por los tejidos de la raíz en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* con distintas variedades de frijol común. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Tratamientos	Fósforo kg/ha		
	22 dds	33 dds	41 dds
Factor variedad			
Honduras – 46	0.109 a	0.155 a	0.189 a
DOR – 364	0.101 a	0.212 a	0.169 a
Revolución - 79	0.114 a	0.159 a	0.154 a
Factor bacteria			
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	0.104 a	0.195 a	0.183 a
<i>Rhizobium tropici</i>	0.112 a	0.156 a	0.158 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% C.V	22.36	34.06	22.67

3.4.5.1 Efecto del fósforo en la fijación biológica del nitrógeno

El fósforo juega un papel muy importante en los procesos de fijación del nitrógeno. Numerosos experimentos conducidos en todo el mundo han demostrado el efecto positivo de la aplicación de fósforo en el suelo donde se cultivan leguminosas (Salmerón & García, 1994).

Las leguminosas demandan apreciables cantidades de fósforo debido a la producción de compuestos que contienen proteínas de los cuales el nitrógeno y fósforo son importantes constituyentes.

El contenido del fósforo en las leguminosas es generalmente mucho más alto que el de las gramíneas. El rol vital que juegan en las leguminosas los compuestos que almacenan fósforo, en relación con el proceso de transferencia de energía, especialmente aquellos relacionados con la enzima nitrogenasa, que es la que

permite la fijación de nitrógeno, es quizás la razón principal por la cual las leguminosas tienen una demanda más alta de fósforo que las gramíneas que dependen más del nitrógeno.

3.4.6 Extracciones de potasio por el follaje

La importancia del potasio es debido a que participa en el metabolismo de la planta, ya que interviene en el proceso de fotosíntesis y en la economía del agua, ya que se relaciona directamente con la apertura y cierre de los estomas, con lo cual la planta regula las pérdidas de agua por evapotranspiración (Somarriba, 1997).

Las extracciones de potasio para el factor variedad a los 22 y 33 dds, estadísticamente no reflejan diferencias significativas, obteniéndose la mayor extracción la variedad DOR - 364 en las dos observaciones.

Para el factor bacteria no se encontró diferencias estadísticas significativas, sin embargo, a los 22 dds la mayor extracción lo obtuvo la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899, mientras que a los 33 dds lo obtuvo la bacteria *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*, esto se puede observar en la Tabla 20.

Tabla 20. Extracción del potasio por el follaje en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Tratamientos	Potasio kg/ha	
	22 dds	33 dds
Factor variedad		
Honduras - 46	12.88 a	38.02 a
DOR - 364	16.90 a	39.23 a
Revolución - 79	15.21 a	38.29 a
Factor bacteria		
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	13.05 a	40.62 a
<i>Rhizobium tropici</i>	16.94 a	36.40 a
ANDEVA	NS	NS
% C.V	28.74	22.64

3.4.7 Extracciones de potasio por la raíz

El análisis de varianza para el factor variedad a los 22, 33 y 41dds, estadísticamente no presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, la mayor extracción lo obtuvo la variedad Revolución - 79 a los 22 dds, a los 33 dds lo obtuvo la variedad DOR - 364 y a los 41 dds la variedad Honduras - 46 (tabla 21).

En cuanto al factor bacteria a los 22, 33 y 41 dds, estadísticamente no se presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, a los 22 dds la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 obtuvo la mayor extracción, mientras que a los 33 y 41 dds lo obtuvo la bacteria *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*.

Tabla 21. Extracción de potasio por los tejidos de la raíz en diferentes etapas del cultivo presente en la simbiosis de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Tratamientos	Potasio kg/ha		
	22 dds	33 dds	41 dds
Factor variedad			
Honduras - 46	1.03 a	1.34 a	1.92 a
DOR - 364	1.12 a	1.99 a	1.67 a
Revolución - 79	1.25 a	1.26 a	1.65 a
Factor bacteria			
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	1.12 a	1.68 a	1.95 a
<i>Rhizobium tropici</i>	1.14 a	1.38 a	1.54 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% C.V	24.94	28.09	24.95

3.4.8 Extracciones totales de nitrógeno, fósforo y potasio por las diferentes variedades de frijol común

La extracciones de nutrientes por los cultivos es uno de los parámetros necesarios para determinar la recomendación de fertilizantes. En Nicaragua no se cuenta con niveles de extracción basados en nuestros propias condiciones agroecológicas de producción. No obstante, se conocen algunos niveles de extracción presentados por Aguilar (1992) citado por Salmerón & García (1994), sin embargo, no existen referencias para el cultivo del frijol común.

El diagnóstico del estado nutricional de una planta se puede realizar con base a observaciones visuales de síntomas de deficiencia ó de toxicidad, con base en análisis de suelos o con análisis de tejido vegetal (Chevers, 1988).

El análisis estadístico para las extracciones totales de nitrógeno, fósforo y potasio reflejan que no existen diferencias estadísticas significativas, sin embargo, para el caso de nitrógeno y potasio, el mayor promedio lo obtuvo la variedad DOR – 364 con la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899, no obstante en el caso del fósforo lo obtuvo la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*.

Los datos de extracción de nitrógeno, fósforo y potasio de las variedades en estudio se consideran bajas, tomando en cuenta las extracciones encontradas por Talavera (1985) al afirmar que el frijol requiere alrededor de 135 kg/ha de nitrógeno, 114 kg/ha de potasio y 18 kg/ha de fósforo para completar en forma normal su ciclo vegetativo y reproductivo, esto indica que estos valores están por debajo de los requeridos por la planta de frijol, probablemente se debe a que las bacterias no establecieron la simbiosis suficiente como para lograr los requerimientos necesarios por la planta de frijol común.

En general se puede señalar que los rendimientos obtenidos por las diferentes variedades (Tabla 14), se observaron con las demandas nutricionales propias de cada una de ellas, puede notarse en la Tabla 22 que el cultivo del frijol común demanda mayor cantidad de nitrógeno y potasio, no así para el fósforo. Estos niveles de extracción pueden servir como una herramienta para hacer las debidas recomendaciones de fertilización al tomar en cuenta estas demandas de extracción de nutrientes por el cultivo, además el contenido de nutrientes en el suelo y considerando la eficiencia del fertilizante o fuente de nutrientes.

Tabla 22. Extracciones totales de nitrógeno, fósforo y potasio por tres variedades de frijol asociada a dos *Rhizobium*. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Tratamientos	Extracciones totales kg/ha			
Factor variedad	Rendimientos	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Honduras - 46	1 000.51 a	65.36 a	5.66 a	55.18 a
DOR - 364	987.06 a	67.12 a	6.90 a	60.91 a
Revolución - 79	793.40 a	61.84 a	6.07 a	57.65 a
Factor bacteria				
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	941.76 a	68.38 a	6.52 a	58.42 a
<i>Rhizobium tropici</i>	912.21 a	62.86 a	6.56 a	57.40 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% C.V	13.22	14.85	20.89	19.60

IV CONCLUSIONES

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

- La variedad Honduras – 46 y *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* presentaron la mayor altura de planta, en cambio, la variedad DOR – 364 y *Rhizobium tropici* UMR 1899 la menor altura.
- La variedad DOR – 364 y *Rhizobium tropici* UMR 1899 a los 41 días después de siembra alcanzó la mayor nodulación, sin embargo, la variedad Honduras – 46 y *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* fue la de menor nodulación.
- La variedad Revolución – 79 y *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* presentan el mayor peso seco de cada nódulo a los 41 días después de siembra y la variedad DOR– 364 con *Rhizobium tropici* UMR 1899 el menor peso seco de cada nódulo.
- La variedad Honduras – 46 y *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* obtuvieron la mayor acumulación de materia seca en los tejidos del follaje a los 41 días después de siembra, no obstante, la variedad Revolución – 79 y *Rhizobium tropici* UMR 1899 la menor acumulación de materia seca.

- A los 41 días después de siembra la variedad Revolución – 79 y *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* obtuvieron la mayor acumulación de materia seca en los tejidos de la raíz, en cambio la variedad Honduras – 46 y la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 presentó la menor acumulación de materia seca en los tejidos de la raíz.
- La variedad DOR – 364 y *Rhizobium tropici* UMR 1899 presentaron la mayor densidad de siembra y peso seco de cien granos, sin embargo, la variedad Honduras – 46 y la bacteria nativa *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* alcanzó la menor densidad de plantas y peso de cien granos.
- La variedad Honduras – 46 obtuvo el mayor número de vainas por planta, en cambio la Revolución – 79 obtuvo el menor número de vainas por planta, presentando una igualdad en el caso de las bacterias evaluadas.
- La variedad Honduras - 46 con *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* presentaron el mayor rendimiento, no obstante la variedad Revolución – 79 obtuvo el menor rendimiento, presentando una igualdad en el número de granos por vaina las variedades Honduras – 46 y DOR – 364.
- La variedad DOR – 364 con *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* obtuvieron las mayores extracciones totales de nitrógeno, fósforo y potasio, no obstante la variedad Revolución – 79 presentó la menor extracción de Nitrógeno y la variedad Honduras – 46 las menores extracciones de fósforo y potasio. En cuanto a la bacteria *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* obtuvo la mayor extracción en Nitrógeno y Potasio, en tanto la *Rhizobium tropici* UMR 1899 la mayor extracción fue en fósforo.

V RECOMENDACIONES

- **Se recomienda continuar este estudio con la variedad DOR – 364 y la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 así como también con variedades que se hayan validado recientemente y en diferentes zonas frioleras de Nicaragua a fin de seguir evaluando su comportamiento y la adaptabilidad de ésta.**

- **Se recomienda al productor de la zona utilizar la variedad DOR – 364 debido a que las variedades Honduras – 46 y Revolución – 79 a través del tiempo han demostrado un bajo potencial productivo afectando de manera directa los costos de producción.**

- **Estudiar el comportamiento de la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 bajo condiciones de fertilización fosforada. Considerando que el fósforo es un elemento esencial y de particular importancia para las leguminosas.**

VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adams, M. 1967. Basic of yields component compensation in crop plans with special reference to the field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cropci.* 7 (5) 505 – 510.
- Alemán F & Tercero, I. 1991. Inventario de la información generada en agronomía (Relaciones clima - suelo - planta - hombre) en granos básicos: Arroz, Maíz, Sorgo y Frijoles Nicaragua. Managua, Nicaragua, UNA. Pp 5.
- Amaya, H. R & Cruz, M. J. 1993. Evaluación de 7 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su respuesta a dosis de crecimiento de fertilizante (N-P). Tesis Ingeniero Agrónomo, Managua, Nicaragua UNA. Pp 43.
- Artola, E. A. 1990. Efecto de espaciamiento entre surcos, densidad y control de malezas en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Variedad Revolución - 81 en ciclo de primera 1988. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA). Pp 37.
- Arzola, P. N; Fundora, H. O; Machado, A. J. 1981. Suelo, Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. Pp 416.
- Avelares, J. J. 1992. Evaluación comparativa de 8 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en Nicaragua, Germoplasma. Revista Informática Anual del REGEN. FAGRO – UNA.
- Benavidez, G. A. N. 1990. Caracterización y evaluación preliminar de 15 cultivares de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. Pp 78.
- Binder, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, Nicaragua.
- Blanco, N. M. 1988. Evaluación del efecto de controles de malezas, distancia entre surcos y densidad de población en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). UNA. Pp 16.
- Blanco, N. M. 1989. Estrategia para el control de malezas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en áreas tropicales y subtropicales. I Seminario. Instituto de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua.
- Blanco, N. M. 1990. Efects of manual, chemical and cultural weed control in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Nicaragua. Crop Production Science – Nicaragua – 2 PSP – UNA, Nicaragua. Pp 36.

- Blandón R.L. & Arbizú. J. 1991. Efecto de sistema labranza, método de control de malezas y rotación de cultivos por la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y Soya (*Glicine Máx*).**
- Bonilla, 1990. Efecto del control de malezas y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Revolución – 81. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, ISCA. PP 49.**
- CIAT, 1978. Avances logrados en 1978. Programa de frijol. Cali, Colombia. Pág. 1 – 25.**
- CIAT. 1985. Resistencia a enfermedades de hongos. Mejoramiento de caracteres. Programa de frijol. Informe anual 1994. Documento de trabajo N° 8. Pág. 25 –29.**
- CIAT. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali, Colombia. Pp 15.**
- Cerrato, J. E. 1992. Evaluación de 16 variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) colectadas en diversas zonas de Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo.). Managua, Nicaragua Universidad Nacional Agraria Pp. 42.**
- Chávez, S. F. & Llesset, F. 1978. Rendimiento y estabilidad de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Evaluación en la región de Nicaragua. Informe anual de actividades del proyecto de mejoramiento de leguminosas de granos. Ciencia y tecnología. INTA-MAG. Managua, Nicaragua. Pág. 4 – 17.**
- Chevers, B. J. 1988. Diagnóstico de la fertilidad de suelo. Universidad Nacional de Chapingo. México.**
- Christianses, M, N. 1982. Word inviromental limitation to food and fiber culture in breeding plans for less favorable enviromental. Edit. By willey – interscience. USA. Pág. 47 – 70.**
- Davis, J. H. 1985. Conceptos básicos de genética de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), Frijol investigación y producción, CIAT, Editorial XYZ, Cali, Colombia. Pág. 7 – 41.**
- Díaz, F; Narváez, L & Pelaéz, D. 1987. Estabilidad del rendimiento de grano de seis compuestos masales provenientes de la variedad criolla orgullosa. PCCMCA. XXXIII. Guatemala, Guatemala. Pp 12.**

- FAO, 1985. Manual técnico de la fijación biológica del nitrógeno leguminosa-*Rhizobium*.
- FAO, 1990. Micronutrients assessment at country level: an international study. Boletín de suelo, FAO (Roma). N° 63. Pág. 16 – 21.
- Fassbender, W. Hans. 1983. Química de suelos con énfasis en América Latina. IICA. San José, Costa Rica.
- Fernández, F. P. Gepts & M. López. 1985. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. Frijol, Investigación y Producción. CIAT. Editorial XYZ. Cali, Colombia.
- Fuentes, J. L. 1994. El suelo y los fertilizantes. 4^a.ed. Mundi – Prensa. Madrid, España. Pp 327.
- Graham, P. H. 1981. Plants factors affecting symbiotic nitrogen fixation in legumes. In Graham, P. H; Harris, S. C. Biological nitrogen fixation technology for Tropical Agriculture. Cali, Colombia, CIAT. Pág. 27 – 34.
- Graham, P. H & J. C. Rosas. 1993. Growth and development of indeterminate bush and climbing cultivars of (*Phaseolus vulgaris* L.). Inoculated with *Rhizobium* J. Agriculture Science. Cambrigde. CEIBA, 1995. Pág. 231–236.
- Guerra I, D. F & Guerrero I, C. J. 1995. Efecto de cuatro niveles de fertilizantes sobre el crecimiento y rendimiento de cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). bajo sistema de labranza cero. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. Pp 41.
- Herrera, M & Llano, A. 1981. Evaluación de 23 variedades de frijol común en dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común en Nicaragua, Managua, Nicaragua. MIDINRA. Pág. 15 – 16.
- Higa, T. 1994. Effective microorganisms: A new dimension for nature farming. Pág. 20 – 22. In: J. F. Part, S. B, hornick and M. F. Simpson (ed). Proceodings of the second international conference on kyusei nature farming U.S. Departament of Agricultura. Washington D.C. U.S.A.
- Howeler, R. H. 1980. Desórdenes nutricionales. p. 341 – 362. In Problemas de producción de frijol. H. F. Schwartz & G. E. Gálvez. Centro Nacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Pp 424.
- Hubbell, D. H. 1986. Producción y uso de inoculantes. CEIBA (Honduras) 27 (1): pág. 17 - 22.
- INETER, 1996. Datos pluviométricos obtenidos en el banco de datos de la serie Masatepe. Managua, Nicaragua.

- Izquierdo, M. 1989. Respuesta del frijol común (*Phaseolis vulgaris* L.) a la fertilización nitrogenada y fosfórica y su interrelación. I Seminario del Programa Ciencias de las Plantas (UNA- SLU, Plant Science Program). Managua, Nicaragua. Pág. 35 – 41.
- Jeffrey, W. 1995. Conceptos básicos de fisiología de frijol. Frijol, Investigación y Producción. CIAT. Editorial XYZ. Cali, Colombia. Pág. 43 – 60.
- MAG. 1971. Levantamiento de suelos de la región del pacífico de Nicaragua. Vol.1, parte 2. Catastro o inventario de recursos naturales de Nicaragua.
- MAG, 1995. Análisis situacional de los productores e insumos agropecuarios, Dirección de Análisis Económico. Boletín N° 9. Managua, Nicaragua. Pp 118.
- Martín, W.F. 1984. CRC. Handbook of Tropical Food Crops. CRC Press, Inc. Florida. USA. Pp 31.
- Mcferson, 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. Pág. 39 – 44.
- Mezquita, B. E. 1973. Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Msc. Chapingo, México DF colegio de post-grado. p. Irreg.
- Miranda, D. J. C & Molina, R. A. J. 1992. Evaluación de cinco cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv *Phaseoli* en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulagrís* L.). Variedad Revolución - 84. Tesis Ingeniero Agrónomo Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Pág. 41.
- MIDINRRA, 1983. Informe de las investigaciones sobre fertilidad de los suelos en Nicaragua 1980 – 1982. Guía de recomendaciones de fertilización para granos básicos. DGTA – MIDINRA. managua, Nicaragua.
- Potash & Phosphate Institute (P.O.I) 1988. Manual de fertilidad de suelos. Atlanta, Georgia. Pp 85.
- PROFRIJOL, 1992. Proyecto de la fijación biológica del nitrógeno. Informe final 1990 – 1992. República Dominicana. Pág. 173, 178 – 200.
- PROFRIJOL, 1995. Manejo Agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT. CALI, Colombia. pp 74.

- Rosas, J. C & Bliss, F. A. 1986. Mejoramiento genético de la capacidad de fijación biológica del nitrógeno en el frijol común. CEIBA. 27 (1). Pág. 95 – 104.
- Rosales, E.F; Herrera. M & Corrales. B, S. 1986. Estabilidad del rendimiento de 15 variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). En cuatro localidades en el departamento de Estelí, Nicaragua. PCCMCA 32. San salvador, el salvador. 13 p.
- Salmerón, M. F & García, C. L. 1994. Fertilidad y fertilización de los suelos. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Pág. 110 – 129.
- Somarriba, R. C. 1997. Granos básicos. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. Pp 197.
- Sylvestes, B. R; Kipe, J. A; Harris, F. J. 1987 Simbiosis leguminosa -*Rhizobium*; evaluación, selección y manejo (Guías de estudio, audiotutorial. CIAT. Cali, Colombia. Pp 67.
- Tapia, B. H. 1987. Variedades mejoradas de frijol común grano rojo para Nicaragua. ISCA. Dirección de investigación y post-grado Managua, Nicaragua. Pp 22.
- Tapia, B. H. & Camacho A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. 1a ed. Managua, Nicaragua. GTZ. Pp 181.
- Tapia, R. D. 1991. Influencia de la labranza y la fertilización, en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
- Talavera, S. F. T. 1985. Uso de análisis químico para la determinación de la fertilidad de suelo en el cultivo del frijol FED-DR. UNA. Managua, Nicaragua.
- Talavera, S. F. T. 1989. Impact 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 impact 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 (Swenden) 2: 1 - 9.
- Universidad Nacional Agraria. 1996. Laboratorio de Suelos y agua. Managua, Nicaragua.
- Valente, M. J & Rodriguez O. L. 1991. Programa de fertilización en Nicaragua. Programa Nacional de Suelos. Managua, Nicaragua. Pp 16.
- Valverde, I. 1986. Tolerancia a la competencia de malezas en seis cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba Costa Rica. 36 (1). Pp 59 – 61.

- Valverde, L. R & R. Araya. 1986. Tolerancia a la competencia de las malezas en seis cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba. Costa Rica
- Vargas, D. X. 1998. Determinación de la capacidad de extracción de nutrientes, acumulación de materia seca y fijación biológica de nitrógeno por cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Pp 40.
- Vázquez & Aguilera. 1984. Estudio del 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 MIP. (20 – 24 Febreo. 1984) Guatemala, Guatemala. Pág. 618 – 624.
- Vernetti, F. F. 1983. Genética y mejoramiento fundacao corgill. Brasil. Vol. 2.
- White, J. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. Frijol: Investigación y producción. CIAT 1ra edición. Cali, Colombia. Pág. 43 – 60.
- Zapata, L. A. & M. H. Orozco. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Revolución – 81 ciclo postrera. 1989. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. Pp 72.