



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de una mezcla de cepas de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos sistemas de labranza en la estación Experimental “La Compañía”, Municipio de San Marcos, Carazo.

**AUTORES : EDWIN ENRIQUE SILVA AGUILERA
NEON FRANCISCO TORREZ ZELEDON**

ASESOR : ING. AGR. JOSE ADOLFO GONZALEZ S.

Managua, Nicaragua, Abril del 2001

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de una mezcla de cepas de *Rhizobium* en tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos sistemas de labranza en la estación Experimental “La Compañía”, Municipio de San Marcos, Carazo.

AUTORES : EDWIN ENRIQUE SILVA AGUILERA

NEON FRANCISCO TORREZ ZELEDON

ASESOR : ING. AGR. JOSE ADOLFO GONZALEZ S.

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo con orientación en Fitotecnia.

Managua, Nicaragua, Abril del 2001

DEDICATORIA

A NUESTRO SEÑOR El es el que todo lo puede y todo lo hace, a El le decimos gracias Señor por habernos bendecidos en esta dura jornada y por todas tus bendiciones que diariamente recibimos en nuestras vidas y que gracias a tí logramos todas nuestras metas. Gracias.

A NUESTROS PADRES Con todo nuestro Amor y Respeto que tenemos hacia ellos con su Trabajo y Sacrificio nos formaron desde niños y gracias a su ejemplo que nos han dado, en nuestras vidas podemos darles esta satisfacción que por mucho tiempo han esperado. Podemos decirles Gracias por su apoyo y nuestro Dios hemos cumplido.

*Eduardo Enrique Silva Amaya
Lucila Elizabeth Aguilera Espinoza*

*Neon Francisco Torrez
Griselba Zeledón*

A NUESTROS HERMANOS A quienes nada pidieron para sí, para ver realizada nuestra carrera, pero si recibimos su apoyo en momentos duros donde un hermano nos apoya grandemente. Gracias por su ayuda. A nuestros hermanos.

Brenda Elizabeth Silva Aguilera

*Guiselle Tórrez Zeledón
Emir Obed Tórrez Zeledón*

A NUESTRAS ESPOSAS A quienes incondicionalmente estuvieron al lado nuestro apoyándonos y dándonos fuerzas para no flaquear en momentos críticos. A nuestras esposas.

Golda Indira Rocha Roiz

Mónica Grisel Chávez Flores

A LOS CAMPESINOS A la clase más desposeída y humilde que existe en nuestro país , fuerza motriz para la realización de éste trabajo. Con su ayuda , apoyo y sobre todo la ayuda técnica que nos brindaron, les damos las gracias desde el fondo de nuestros corazones.

AGRADECIMIENTO

Los autores de este trabajo realizado con mucho esfuerzo agradecen especialmente al asesor **Ing. José Adolfo González S.** que estuvo al lado nuestro trabajando arduamente. Quien nos supo conducir en la realización de esta investigación, no solo como asesor, sino como amigo de manera incondicional.

Al **Dr. Dennis Salazar C.** que nos dio la oportunidad de realizar este trabajo.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Y TODOS SUS DOCENTES

Por haber hecho con sus enseñanzas unos Hombres útiles a la sociedad y poder desempeñar muy bien nuestra carrera.

A todos aquellos que nos brindaron su ayuda y colaboración sin vacilar y estuvieron cerca de nosotros para poder alcanzar este gran triunfo.

INDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|------|
| INDICE GENERAL | i |
| INDICE DE GRAFICOS | iii |
| INDICE DE TABLAS | v |
| INDICE DE ANEXOS | vi |
| RESUMEN | |
| | |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| OBJETIVOS | 4 |
| Objetivo general | 4 |
| Objetivos específicos | 4 |
| | |
| II. MATERIALES Y METODOS | 5 |
| 2.1. Descripción del lugar y el experimento | 5 |
| 2.1.1. Ubicación del experimento | 5 |
| 2.1.2. Condiciones edafo-climáticas | 5 |
| 2.1.3. Diseño experimental | 6 |
| 2.1.4. Area experimental | 6 |
| 2.2 Variables evaluadas | 7 |
| 2.3. Análisis estadístico | 8 |
| 2.4. Manejo agronómico | 9 |
| | |
| III. RESULTADOS Y DISCUSION | 10 |
| 3.1. Evaluación del crecimiento de tres cultivares de frijol, utilizando la técnica de inoculación en el experimento de campo | 10 |
| 3.1.1. Altura de planta | 10 |
| 3.1.2. Diámetro del tallo | 11 |
| 3.1.3. Peso seco de planta | 13 |
| 3.2. Evaluación de nodulación | 14 |
| 3.2.1. Nodulación total | 14 |
| 3.2.2. Posición de nódulos en la raíz | 16 |
| 3.2.3. Coloración de nódulos | 17 |
| 3.3. Evaluación del rendimiento y sus componentes | 20 |
| 3.3.1. Población | 20 |
| 3.3.2. Vainas por planta | 22 |
| 3.3.3. Granos por vaina | 23 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 3.3.4. Peso de mil granos | 24 |
| 3.3.5. Peso seco de paja (kg/ha) | 26 |
| 3.3.6. Rendimiento (kg/ha) | 27 |
| IV. CONCLUSIONES | 29 |
| V. RECOMENDACIONES | 30 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 31 |
| ANEXOS | |

INDICE DE GRAFICOS

| Gráfico | Pág. |
|---|------|
| 1. Altura de planta del frijol en estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo. | 11 |
| 2. Diámetro del tallo del frijol en estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo. | 12 |
| 3. Peso seco de plantas de frijol en estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo. | 14 |
| 4. Número de nódulos totales en frijol en estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo. | 16 |
| 5. Posición de nódulos en plantas de frijol en estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo. | 17 |
| 6. Número de nódulos rosados en el cultivo del frijol en los estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo. | 18 |
| 7. Número de nódulos oscuros en el cultivo del frijol en los estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo. | 19 |
| 8. Número de nódulos blancos en el cultivo del frijol en los estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo. | 19 |
| 9. Población de plantas de frijol en el estado fenológico R8. La Compañía, Carazo. | 21 |
| 10. Vainas por planta en el cultivo del frijol en el estado fenológico R8. La Compañía, Carazo. | 22 |
| 11. Granos por vaina en el cultivo del frijol en el estado fenológico R8. La Compañía, Carazo. | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 12. Peso de mil granos de frijol en el estado fenológico R8. La Compañía, Carazo. | 27 |
| 13. Peso seco de paja del cultivo de frijol en el estado fenológico R8. La Compañía Carazo. | 27 |
| 14. Rendimiento del cultivo de frijol en estado fenológico R8. La Compañía, Carazo. | 29 |

INDICE DE TABLAS

| Tabla | <i>Pag.</i> |
|--|-------------|
| 1. Temperatura y precipitación promedio mensual ocurridas durante el período 1998. La Compañía, Carazo. (INETER 1999). | 5 |
| 2. Propiedades químicas del suelo en La Compañía, Carazo. | 6 |

INDICE DE ANEXOS

| Anexos | Pág. |
|--|-----------|
| 1. Separación de medias de las variables altura y diámetro de plantas de frijol en los estados fenológicos V5 y R1.. | 35 |
| 2. Separación de medias para las variables peso seco de plantas, nódulos totales y posición de los nódulos en los estados fenológicos V5 y R1 | 36 |
| 3. Separación de medias para las variables de coloración en los estados fenológicos V5 y R1. | 37 |
| 4. Separación de medias para los componentes del rendimiento del cultivo de frijol en el estado fenológico R8. | 38 |

RESUMEN

El experimento se realizó en la Estación Experimental “La Compañía”, Municipio de San Marcos, Departamento de Carazo, cuyas coordenadas geográficas son 11° 54” Latitud Norte y 86° 09” Longitud Oeste, en la época de siembra de postrera (Octubre-Diciembre) de 1998. El objetivo fue evaluar el efecto de una mezcla de cepas de *Rhizobium* en tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos sistemas de labranza. El ensayo se estableció en un bloque completo al azar con arreglo de parcelas subdivididas (trifactorial) con cuatro réplicas. Los factores evaluados fueron: Factor A Labranza (a1: Labranza Mínima y a2: Labranza Convencional), Factor B Variedades (b1: Dor-364, b2: Compañía, b3: Criolla) y Factor C (c1: Semilla Inoculada y c2: Semilla sin Inocular). Para el factor labranza, convencional mostró la mayor cantidad de plantas por hectárea, mayor número de vainas por plantas, el mayor número de granos por vaina, mayor peso de mil semillas, mayor peso paja y el mayor rendimiento. Para el factor variedades, la variedad Dor-364 obtuvo el mayor número de plantas por hectárea, más granos por vaina y mayor peso seco de paja. La variedad Compañía obtuvo el mayor peso de mil granos, quedando así la variedad Criolla con mayor cantidad de vainas por plantas y el mayor rendimiento por hectárea. Para el factor inoculante, las plantas inoculadas alcanzaron el mayor número de plantas por hectárea, más granos por vaina, mayor peso seco de paja y el mayor rendimiento por hectárea, mientras que las plantas no inoculadas presentaron mayor número de vainas por plantas y el mayor peso de mil granos.

I. INTRODUCCION

Las leguminosas se encuentran entre los cultivos más importantes del mundo, debido a que suministran alimento para el hombre (granos) y los animales (forrajes) y permiten la economía del nitrógeno del suelo, ya que la mineralización de los residuos constituyen aporte de nitrógeno que se necesitan del abundante nitrógeno gaseoso del aire, el cual es fijado y reducido hasta amoniaco (NH_3) gracias a una enzima localizada en el interior de los rizobios llamada nitrogenasa (Sylvester, 1987).

Las bacterias del género *Rhizobium* se caracterizan por su capacidad para infectar las raíces de las leguminosas dando lugar a unas estructuras llamadas nódulos (Buendía *et al.* 1990) son bastones 0.5 – 0.9 mm, pero se tornan pleomórficos en ciertas condiciones de crecimiento. Son bacterias móviles aeróbicas gram negativas y no forman esporas. La temperatura y pH óptimo para su crecimiento varia entre 24° C y 30° C y de 6 – 7 respectivamente, aunque existen cepas adaptadas a condiciones más extremas (Sylvester *et al.*, 1987).

En nuestro país uno de los cultivos de mayor consumo en la dieta alimenticia debido a su gran contenido proteico, es el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) (Profrijol, 1992). El cultivo de esta leguminosa es una actividad generalizada de pequeños y medianos productores los cuales representan en nuestro país alrededor del 95% de la tenencia de la tierra para esta categoría. El rendimiento promedio nacional es de 516 kg/ha (Tapia & Camacho, 1988 citados por Amaya & Cruz 1993). Debido a estas razones es necesaria la búsqueda de alternativas tendientes a incrementar la productividad del frijol mediante nuevas formas de fertilización, como la biológica a través de bacterias del genero *Rhizobium* (Profrijol,1992).

La nodulación con cepas efectivas de *Rhizobium leguminosarum* vendría a traer beneficios directos que se obtienen de esta práctica permitiendo a los productores bajar los costos,

elevar los rendimientos y productividad del cultivo hasta en un 15% mayor que la de las plantas a las que se les ha suministrado 50 kg / ha de nitrógeno (FAO , 1985). Entre los beneficios indirectos están los de mantener o mejorar las propiedades químicas y físicas del suelo.

Sin embargo, según Trigo & Fassbender (1973), la información sobre la contribución de las leguminosas en la economía del nitrógeno en el sistema suelo planta es escasa, especialmente en condiciones tropicales y depende del tipo de leguminosa, de las condiciones del suelo y de la eficiencia fijadora del *Rhizobium*.

La nutrición mineral, según Bergensen (1980), tiene un importante efecto en la cantidad de nitrógeno fijado por las leguminosas debido a la deficiencia del proceso de fijación, de los procesos de producción de energía, transporte de electrones y sustratos de la planta hospedera. De los elementos nutritivos el Ca, Mg , P , B y otros micro-nutrientes, son limitantes de la fijación en muchos suelos de áreas tropicales (Trigo, *et al.* 1973). El ion Ca^{+2} parece jugar un papel específico y práctico en la formación del nódulo y la fijación del nitrógeno atmosférico (Molina, 1969). Este elemento tiene un efecto mayor en aumentar el número de nódulos que sobre el peso seco y el nitrógeno total de la planta de frijol.

Por otro lado las leguminosas requieren relativamente grandes cantidades de fósforo y este tiene influencia en la fijación simbiótica del nitrógeno. El fósforo es muy importante también en relación con las primeras fases infectivas de la nodulación, en este caso el efecto se ejerce directamente sobre la bacteria y no sobre la planta hospedante (Graham, 1981).

Otro elemento de no menor importancia es el Cobre, su deficiencia resulta en el desarrollo de numerosos nódulos pequeños típicos, similares a los asociados con cepas completamente inefectivas, pero la función específica no se conoce (FAO, 1985). Igualmente la deficiencia de Zinc, según Demetrio *et al* (1972), reducen el número y tamaño de los nódulos e intervienen en la síntesis de leghemoglobina. Sin embargo, y a pesar de todas las limitantes

expuestas, los resultados hasta ahora obtenidos en Centro América y Cuba han demostrado que la fijación biológica de nitrógeno (FBN) es una estrategia viable para incrementar la producción, además de bajo costo, contribuye a la sostenibilidad de la producción de los cultivos (Profrijol, 1992).

Es por estas razones que, considerando que la inoculación y la fertilización al cultivo del frijol pueden ser una vía conveniente, positiva y económica para elevar la productividad y disminuir los costos de producción, así como también la apropiación de esta técnica para la obtención de mejores resultados.

OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de una mezcla de cepas de *Rhizobium* en tres variedades de frijol bajo dos sistemas de labranza.

Específicos

Evaluar el efecto de la labranza mínima y convencional sobre el crecimiento, nodulación y rendimiento de tres variedades de frijol.

Evaluar el uso de una mezcla de cepas de *Rhizobium* como inoculante sobre el crecimiento, nodulación y rendimiento de tres variedades de frijol.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del lugar y el experimento

2.1.1. Ubicación del experimento

El presente estudio se llevó a cabo en la época de postrema (Octubre 1998) en la Estación Experimental "La Compañía", ubicado en el municipio de San Marcos, Departamento de Carazo cuyas coordenadas son 11° 54" Latitud Norte y 86° 09" Longitud Oeste a una altitud de 450 msnm.

2.1.2. Condiciones edafo-climáticas

La temperatura media anual es de 24° C, la precipitación media anual es de 1535 mm y con una humedad relativa promedio del 83%, a continuación se presentan los datos de temperaturas y precipitaciones del periodo 1998.

Tabla 1. Temperatura y precipitación promedio mensual ocurridas durante el periodo 1998. La Compañía, Carazo (INETER 1999).

| Meses | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Temp (°C) | 23.7 | 24.3 | 25.4 | 26.3 | 26.2 | 25.0 | 24.2 | 24.5 | 23.9 | 23.5 | 23.5 | 22.9 |
| Precip. (mm) | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 105 | 111 | 160 | 149 | 448 | 974 | 62.2 | 34.6 |

El suelo es de textura franco limoso (Typic – Durandep) desarrolladas de cenizas volcánicas (Talavera, 1989).

Tabla 2. Propiedades químicas del suelo en La Compañía, Carazo.

| pH | M.O. % | N. Total. | P. Olsen | Meq / 100 g | | | | | Saturación de bases |
|-----|--------|-----------|----------|-------------|----|------|------|------|---------------------|
| | | | | K | Ca | Mg | Na | CIC | |
| 6.9 | 11.6 | 0.57 | 11.0 | 5.6 | 30 | 10.7 | 0.09 | 46.3 | 99% |

Fuente: Laboratorio de Suelos, UNA. 1998.

2.1.3 Diseño experimental

Se estableció como un Bloque Completo al Azar con arreglo en parcelas sub-divididas (trifactorial) con cuatro réplicas.

Los factores evaluados son los siguientes:

Factor : A Labranza

Factor : B Variedades

Factor : C Inoculante

a1. Labranza Mínima

b1. Dor-364

c1. Semilla Inoculada

a2. Labranza Convencional

b2. Compañía

c2. Semilla sin Inocular

b3. Criolla

2.1.4 Area experimental

Las dimensiones del experimento en campo fueron:

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| Area del experimento. | 1,735 m ² . |
| Area del bloque | 432 m ² |
| Area de la parcela grande (Principal) | 216 m ² |
| Area de la parcela mediana | 72 m ² |
| Area de la parcela pequeña | 36 m ² |
| Area de la parcela útil | 9.6 m ² |

La parcela experimental se formó de 18 surcos con una distancia entre si de 0.4 m y 5.0 m de largo. Para efecto de borde en la parcela útil se tomó 0.5 m de los extremos de los surcos y 6 surcos a cada lado.

2.2 Variables evaluadas

En el experimento se evaluaron las siguientes variables en los estados fenológicos V5 (cuando el 50% de las plantas presenta la tercera hoja trifoliada desplegada); R1 (etapa de pre-floración cuando aparece el primer botón floral o racimo en el 50% de las plantas) y R8 (llenado de las primeras vainas) según Somarriba (1997):

Altura de planta (cm): esta variable se tomó desde el nivel del suelo hasta la primera hoja trifoliada, éstas se evaluaron en 10 plantas al azar, en los estados fenológicos V5 y R1.

Diámetro del tallo (mm): para el diámetro se procedió a medir el grosor del tallo en su base, con un vernier, en los estados fenológicos V5 y R1 , esta variable se evaluó en 10 plantas al azar.

Peso seco de 10 plantas (g): en esta variable se colocaron las plantas en un horno a 60° C por 72 horas , luego se procedió a realizar el pesaje , éste se realizó en los estados fenológicos V5 y R1.

Número de nódulos por planta: esta variable se evaluó en 10 plantas al azar donde se realizaba conteo de nódulos que se encontraban en cada una de estas. La variable se evaluó en los estados fenológicos V5 y R1

Posición de nódulos en la raíz: después de haber realizado el conteo de nódulos por planta a la vez se determinaba la posición de los nódulos ya sea en la raíz principal o lateral

Coloración de nódulos: después de haber realizado el conteo de nódulos por planta, procedimos hacer un corte transversal para determinar la coloración del nódulo (determinando la cantidad por color), esto se evaluó en los estados fenológicos V5 y R1.

Vainas por planta: Se determinó realizando conteo de vainas por planta en 10 plantas escogidas al azar.

Granos por vainas: de las mismas 10 plantas utilizadas en el conteo de vainas simultáneamente se determinó el número de granos por vainas.

Población: esta variable se evaluó en la parcela útil, donde se tomó en cuenta el distanciamiento entre planta y surco para luego determinar la población total.

Rendimiento (kg/ha) se determinó pesando la cantidad de grano recogido de la parcela útil.

Peso de mil granos (g): para determinar esta variable se procedió a realizar conteo de mil granos de las plantas cosechadas para luego ser pesados.

Peso seco de paja (kg/ha): esta variable se evaluó en la parcela útil donde se procedió a realizar pesaje de la paja de las plantas cosechadas.

2.3 Análisis estadístico

Todas las variables se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad.

2.4 Manejo agronómico

La siembra se realizó el 20 de octubre de 1998, de forma manual, la distancia entre hileras fue de 0.40 metros por 0.12 metros para obtener una población de 208,333 plantas.

Se realizó fertilización aplicando 129 kg/ha de completo fórmula (12-24-12) antes de la siembra.

Se presentó una fuerte infestación de malezas para la cual se hizo una aplicación con Fusilade (Fluazifop-butil) y Flex (Fomesafen) a razón de 1 l/ha a los 23 días después de la siembra, una semana después se realizó una limpia mecánica con azadón a toda el área experimental. Durante este periodo las plantas estaban infestadas por el hongo *Tanathephorus cucumeris*, causante de la enfermedad mustia hilachosa, la que se controló con tres aplicaciones de Benomyl (Benlate) a razón de 1.27 kg/ha de producto comercial. La cosecha se hizo de forma manual cuando las variedades habían alcanzado su madurez fisiológica.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Evaluación del crecimiento de tres cultivares de frijol, utilizando la técnica de inoculación en el experimento de campo

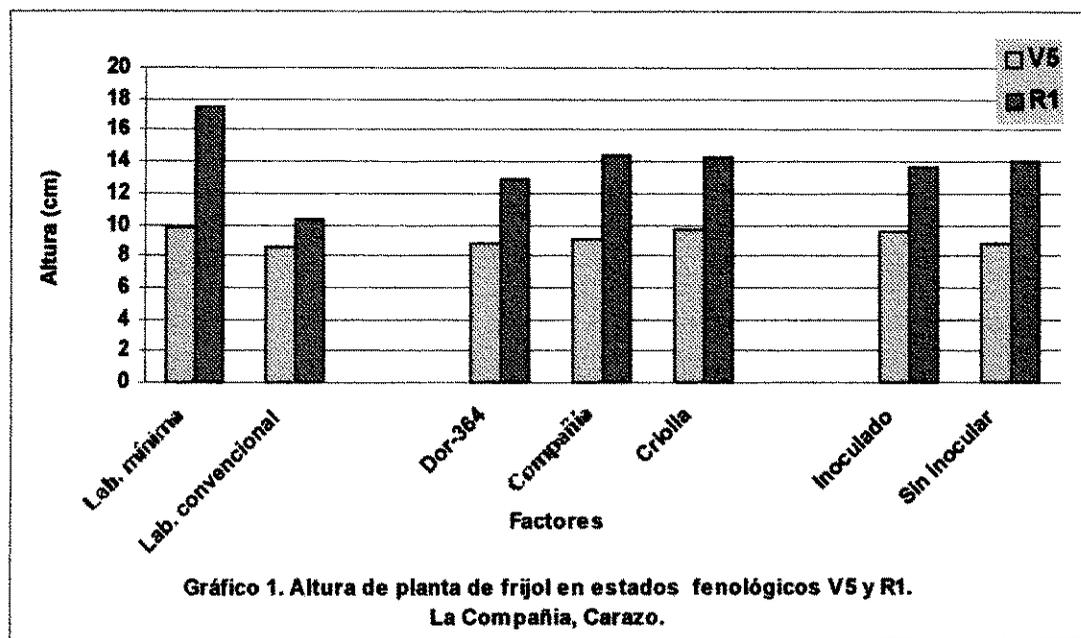
El crecimiento es un fenómeno cuantitativo (Fernández *et al*, 1985) y según White (1985), es el resultado de los procesos de fotosíntesis, respiración y efectos del medio ambiente que influyen en la morfología y la fisiología de la planta. Cuando estos procesos son aprovechados y bien manejados permiten al cultivo expresar un grado máximo su potencial genético, aunque no todos los cultivares responden igual bajo las mismas condiciones.

3.1.1. Altura de planta

El gráfico 1 muestra como las labranzas no ejercieron un efecto significativo sobre esta variable en el estado fenológico V5, pero sí en R1, obteniéndose mayor altura con labranza mínima. Esto es producto de que estas plantas quedaron ubicadas en un lugar menos expuesto a la saturación de agua causado por el huracán Mitch.

En el factor variedad (en el estado fenológico V5) Criolla fue la que obtuvo la mayor altura, seguida por la Compañía. En el estado fenológico R1 la variedad Compañía obtuvo la mayor altura seguida por Criolla. La variedad Dor-364 presentó la menor altura en los dos estados fenológicos evaluados. Llano & Obando (1996) reportan que la variedad Dor-364 responde a condiciones favorables, esto explicaría por qué en condiciones de alta humedad en el suelo (condiciones desfavorables) afectara el crecimiento de esta planta en los primeros estados fenológicos, estos mismos autores mencionan que la variedad Compañía es consistente tanto en ambientes favorables como desfavorables ya que en el experimento la mayor altura la obtuvo la variedad Compañía. Según los análisis presentaron significancia estadística solamente en el estado fenológico R1. Ver gráfico 1 y anexo 1.

Para el factor inoculante, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ambos estados fenológicos, sin embargo, en el estado fenológico V5, numéricamente se obtuvo mayor altura en las plantas inoculadas, no así en el estado fenológico R1 donde predominó levemente la mayor altura para las plantas sin inocular. Esto coincide con Castillo & Flores (1999) quienes no encontraron estímulo en el crecimiento longitudinal de las plantas inoculadas.



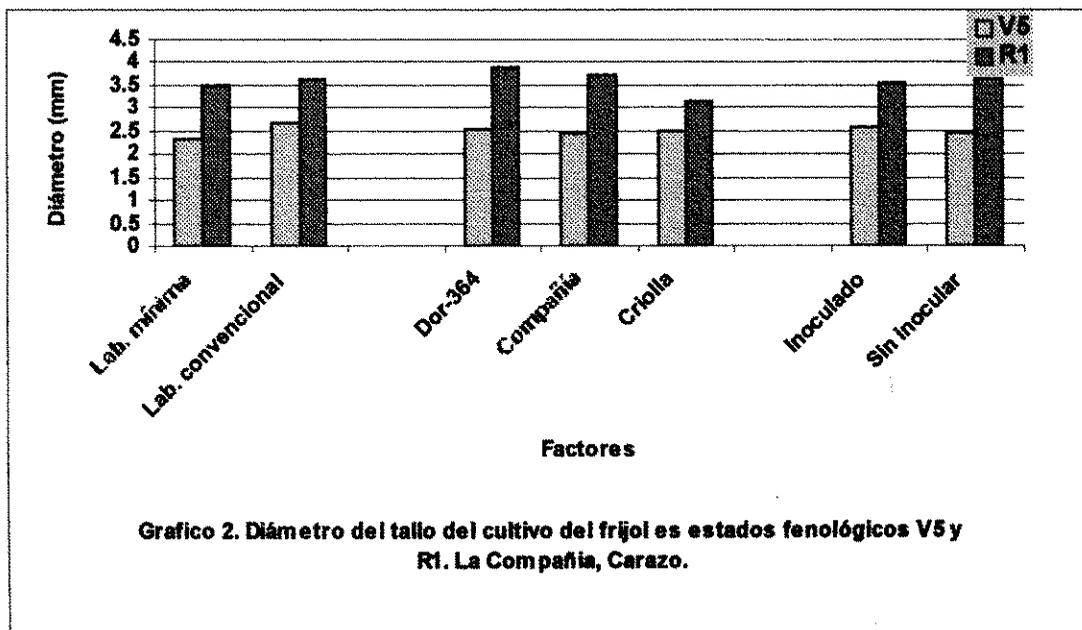
3.1.2. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es consecuencia del crecimiento secundario de las plantas. La limitación de crecimiento en ciertas partes del vegetal parece tener relación con el desarrollo filogenético (Esau, 1986).

El factor labranza no ejerció ningún efecto significativo sobre la variable diámetro del tallo en ambos estados fenológicos, cuyos diámetros presentaron valores promedios de 2.4 a 3.6 mm, valores que se encuentran en el rango promedio de 2.5 a 5.5 mm característico de esta planta (gráfico 2).

Se pudo determinar diferencia estadística significativa entre variedades, en el estado fenológico R1, siendo la variedad Dor-364 la que obtuvo el mayor diámetro seguida por la variedad Compañía, no así en el estado fenológico V5 donde no se encontró diferencia estadística significativa. Estos resultados coinciden con los encontrados por Parrilla y Báez (1998), quienes encontraron mayor diámetro del tallo para la variedad Dor-364. Además, Debouck e Hidalgo (1985), refieren que el diámetro es una característica cuantitativa que puede ser utilizada para la identificación de variedades.

El factor inoculante no ejerció ningún efecto significativo sobre el diámetro del tallo, sin embargo podemos afirmar que la bacteria introducida no fomenta el engrosamiento de la planta, ya que el mayor diámetro se presentó en el estado fenológico R1 en la semilla no inoculada. Estos resultados coinciden con lo reportado por Téllez & Trujillo (2000), Parrilla & Báez (1998), quienes no encontraron ningún efecto del *Rhizobium* en el diámetro del tallo. (gráfico 2).

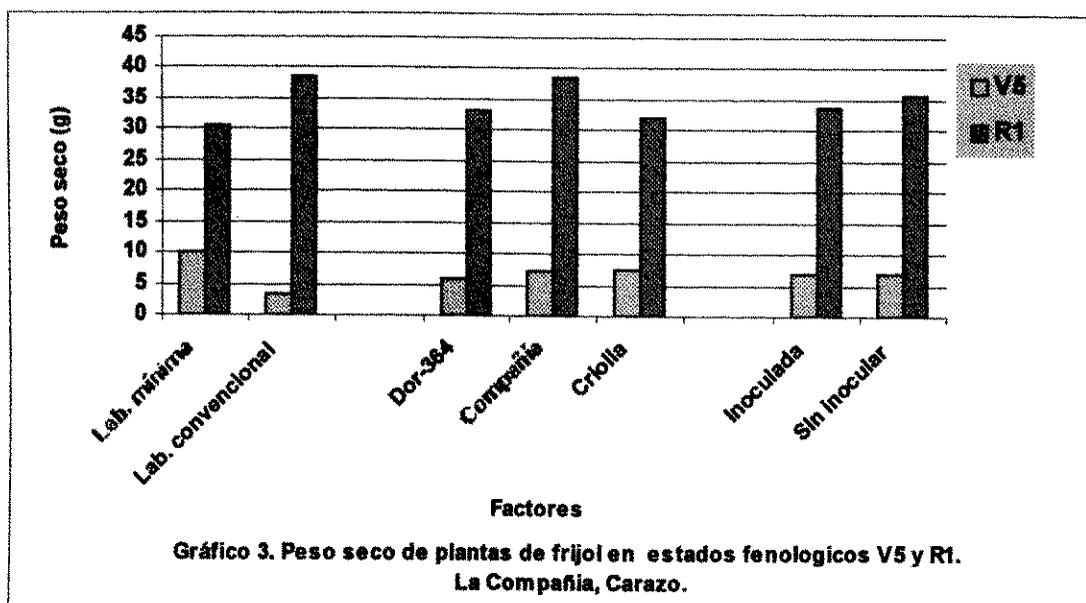


3.1.3. Peso seco de plantas

Según Fernández *et al* (1985) la materia seca puede servir de parámetro para medir el crecimiento de la planta y es influenciada por su hábito de crecimiento, los nutrientes y las condiciones climáticas.

Se determinó que en el factor labranza existe diferencia significativa solamente en el estado fenológico V5. En el factor variedades sólo existe diferencia significativa en el estado fenológico R1 obteniendo el mayor peso seco la variedad Compañía, seguida por la variedad Dor-364. Estas variaciones en el peso seco de las plantas en los diferentes estados fenológicos demuestran las variaciones en cuanto a adaptabilidad de la planta durante su crecimiento y desarrollo (gráfico 3)

Para el factor inoculación se encontró que no existió diferencias significativas en ambos estados fenológicos, este resultado es consecuencia probablemente de la aún no bien establecida simbiosis por las bacterias, ya que según Binder (1997), es después de veinte días que se inicia la fijación biológica del nitrógeno. Estos resultados concuerdan con Graham (1978) citado por Flor (1985) quien refiere que la planta de frijol obtiene parte de su nitrógeno de los cotiledones durante las tres primeras semanas, al mismo tiempo que se inicia el proceso de nodulación. Es válido mencionar que dicho peso seco de planta se hizo solamente con diez plantas en los estados fenológicos V5 y R1.



3.2. - Evaluación de nodulación

3.2.1. – Nodulación total

La formación de nódulos es el resultado de una respuesta específica de las raíces de las plantas huésped a la invasión de *rhizobium*. Por otro lado la habilidad para formar nódulos (infectitividad) y para fijar nitrógeno (efectividad) es influenciado por el tipo de especie de *rhizobium* e incluso variedades de leguminosas, el nitrógeno disponible en el suelo y los mismos factores de crecimiento que afectan el desarrollo normal de la planta, especialmente la humedad, el oxígeno y nutrición (Binder, 1997).

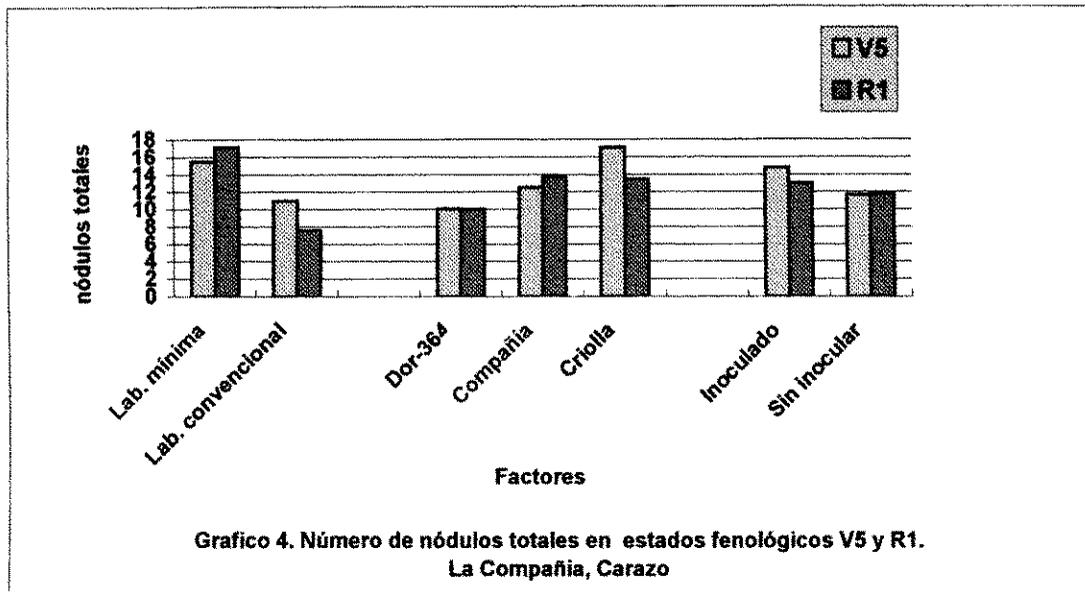
La eficiencia en la fijación biológica del nitrógeno se caracteriza por presentar nódulos grandes de color rosados y carnosos distribuidos cerca de la raíz principal y en las raíces secundarias, contrario a los nódulos formados por las bacterias ineficientes en la asimilación de nitrógeno que forman abundante nodulación, duros, esféricos, y de color blanco repartidos por toda la raíz (Muslera & Ratera, 1984; FAO, 1985 y Binder, 1997).

Para el factor labranza en la variable nódulos totales se demuestra que existe diferencias estadísticas entre las dos labranzas evaluadas, siendo la labranza mínima la que presentó

Para el factor labranza en la variable nódulos totales se demuestra que existe diferencias estadísticas entre las dos labranzas evaluadas, siendo la labranza mínima la que presentó mejor resultado, esto es debido a que este tipo de labranza favorece la disminución de la compactación, mejora la infiltración del agua y mejora la materia orgánica disponible (Tapia & Camacho, 1988). Estos mismos autores afirman que la variación en el número de nódulos por planta puede ser resultado que entre las cepas de *rhizobium* existen diferentes grados de infectividad, es decir, la habilidad para formar nódulos. CIAT (1988) reporta que el frijol es una leguminosa muy promiscua en el sentido que nodula con un rango diverso de cepas de *rhizobium*.

Para el factor variedades donde se encontró significancia fue en el estado fenológico V5, ya que en el estado R1 no existió ninguna significancia, el máximo beneficio de la fijación biológica de nitrógeno solo es posible cuando todos los factores de crecimiento no están limitantes.

Dentro del factor inoculante con cepa de *Rhizobium* no se encontró diferencia estadística significativa a como se aprecia en el gráfico 4 y anexo 2, la competencia entre cepas de *Rhizobium* para la infección de leguminosas, y los efectos de la presencia de otras bacterias sobre dicho proceso, son efectos importantes para el éxito de la simbiosis (Caetano & Favelukes, 1983) Tapia y Camacho (1988) refieren que la aparición de nódulos visibles después de la germinación puede demorar dependiendo de la cepa de *Rhizobium*, leguminosa y la presencia de nitrógeno en el suelo y otros factores ambientales Lown y Brown (1974) demostrando que tanto la duración y la intensidad de la luz son factores importantes que contribuyen en la nodulación y fijación de nitrógeno (gráfico 4, anexo 2).



3.2.2. Posición de nódulos en la raíz

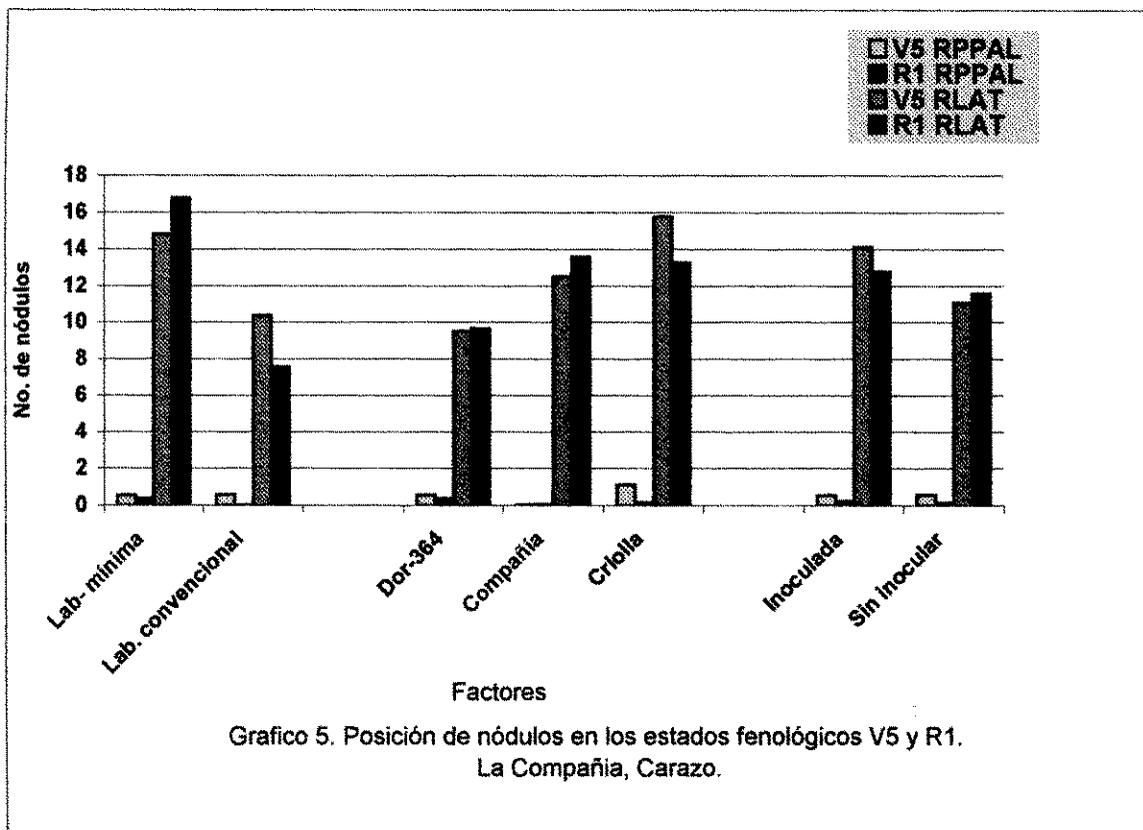
La mayoría de los nódulos se encuentran en las raíces laterales, esto concuerda con Tapia y Camacho (1988) quienes refieren que los nódulos están distribuidos en las raíces laterales, en la parte superior media del sistema radical.

Para el factor labranza en el estado fenológico V5 no se encontró diferencia estadística significativa en la raíz principal, sin embargo si se encontró diferencia estadística significativa para la raíz lateral. En el estado fenológico R1 se demostró significancia estadística tanto para los nódulos en la raíz principal como en la raíz lateral, siendo la labranza mínima la que dio mejores resultados, debido a la menor compactación, mayor disponibilidad de materia orgánica y agua.

En el factor variedades se encontró significancia estadística en el estado fenológico V5, ya que dentro del estado fenológico R1 no se encontró ninguna significancia, siendo la variedad Compañía la que presentó el más alto número de nódulos laterales (gráfico 5 y anexo 2). Rodríguez (1996) menciona que entre las bacterias altamente eficientes existe una fuerte interacción estirpe por el cultivar, eso justificará las variaciones de nódulos entre

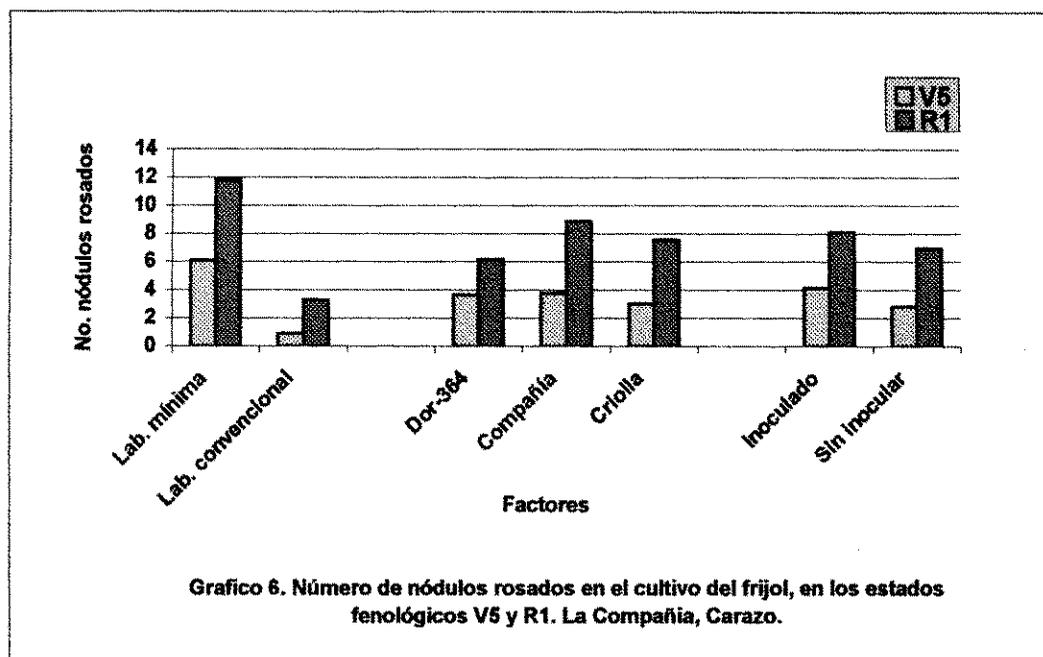
variedades. Muslera & Ratera (1984) y Binder (1997) afirman que los nódulos sólo se forman en zonas de crecimiento activo. La mayoría de los nódulos se encontraron en las raíces laterales, por que son las áreas de la raíz que están en constante crecimiento, similares resultados obtuvo Arraras *et al* (1983) al encontrar un 80% de los nódulos en las raíces laterales en cultivo de soya.

No existió diferencia estadística en el factor inoculante con cepa de *Rhizobium* en ninguno de los estados fenológicos evaluados (gráfico 5 y anexo 2). Sin embargo, las plantas que presentaron mayor nodulación fueron las plantas inoculadas.



3.2.3. Coloración de nódulos

Según estudios realizados por la Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua (UPANIC, 1998) se debe asegurar que exista la suficiente cantidad de bacterias para que se realice la nodulación.



Estos mismos realizaron una clasificación entre nódulos efectivos los cuales tienen que ser de coloración rosada, grandes, numerosos, y distribuidos en raíces primarias, secundarias y superiores. La otra clasificación son los nódulos inefectivos los que se presentan de otra coloración, pequeños, numerosos y en todas las raíces. En los análisis estadísticos se encontró significancia estadística sólo para el factor labranza en los estados fenológicos V5 y R1, excepto para nódulos blancos; al mismo tiempo se puede observar que en el estado fenológico V5 predominaron los nódulos de color oscuro y en el estado R1 se manifestaron en mayor cantidad los de color rosado (gráficos 6, 7, 8 y anexo 3)

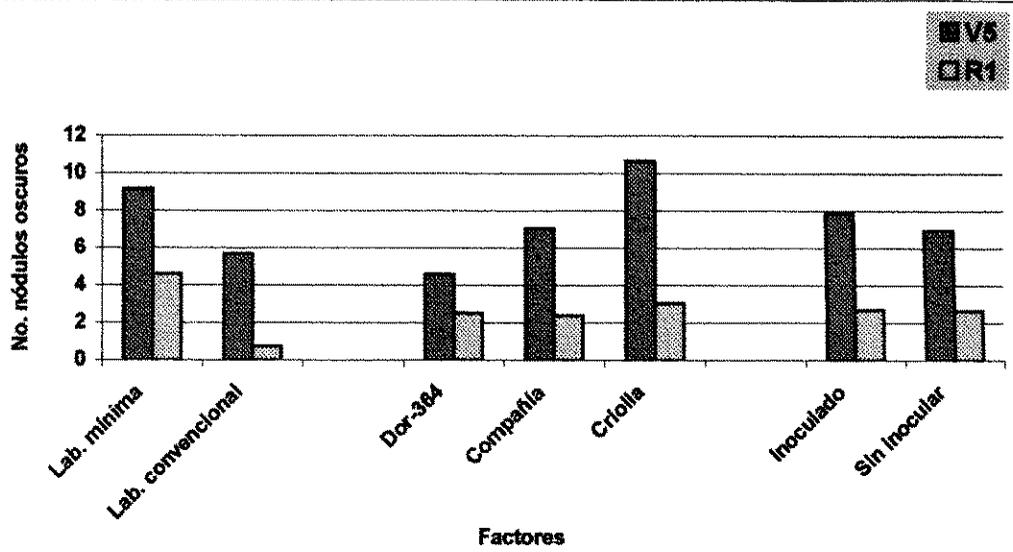


Grafico 7. Número de nódulos oscuros en cultivo del frijol en estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo.

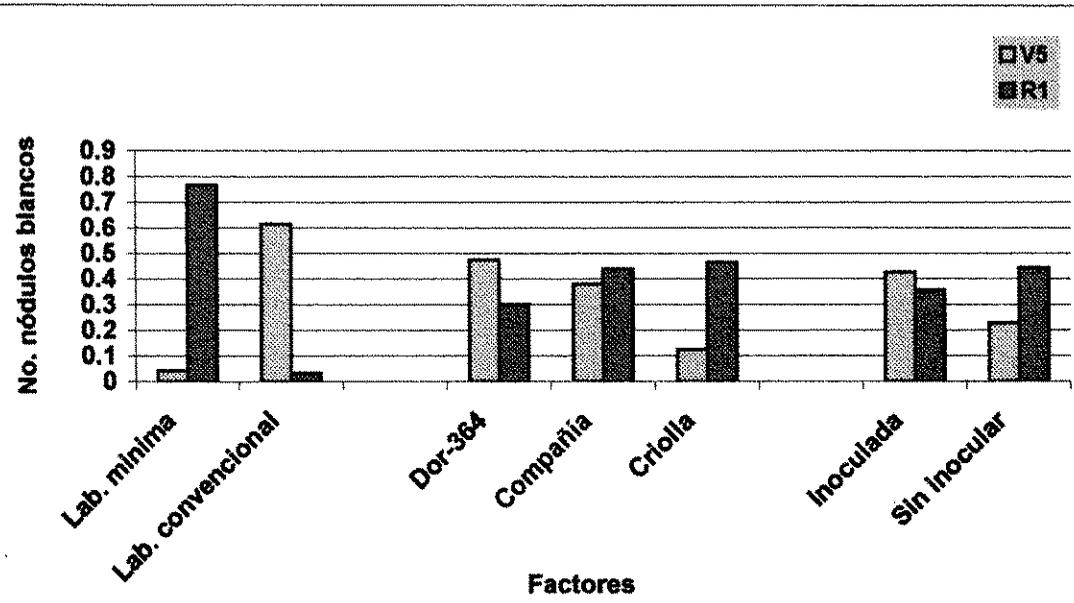


Grafico 8. Número de nódulos blancos en el cultivo de frijol en estados fenológicos V5 y R1. La Compañía, Carazo.

Para el factor variedades, solamente en el estado fenológico V5 se presentó diferencia estadística significativa, siendo la variedad Criolla la que presentó mayor número de nódulos color oscuro. Esto tiene una relación directa con la cantidad total de nódulos que presentaron las variedades en estudio.

Para el factor inoculante tampoco se manifestó diferencia estadística significativa en ambos estados fenológicos, lo que significa, según la FAO (1985) que la presencia de nódulos rosados en abundancia no es un parámetro efectivo para valorar la eficiencia o no de la bacteria fijadora de nitrógeno.

3.3 Evaluación del rendimiento y sus componentes

Estudios realizados por UPANIC (1998), demuestran que existen beneficios en el rendimiento y reducción de costos, usando el factor inoculante en tierras de baja fertilidad que han sido utilizadas por varios años.

La utilización de inoculante reduce en un 50% la aplicación de fertilizantes nitrogenados, ya que la bacteria llega a fijar el 50 – 70 por ciento del nitrógeno total requerido por la planta. El éxito de la productividad de un cultivo depende de una secuencia definida de acciones que realizadas oportunamente desembocan en un resultado positivo, la presión de algunas de ellas altera el proceso y la intensidad del efecto individual es variable (Tapia y Sandoval , 1980), aunque tiene que ver mucho la influencia de las condiciones ambientales sobre el genotipo (Debouck & Hidalgo, 1985) y por consiguiente en el rendimiento del cultivo.

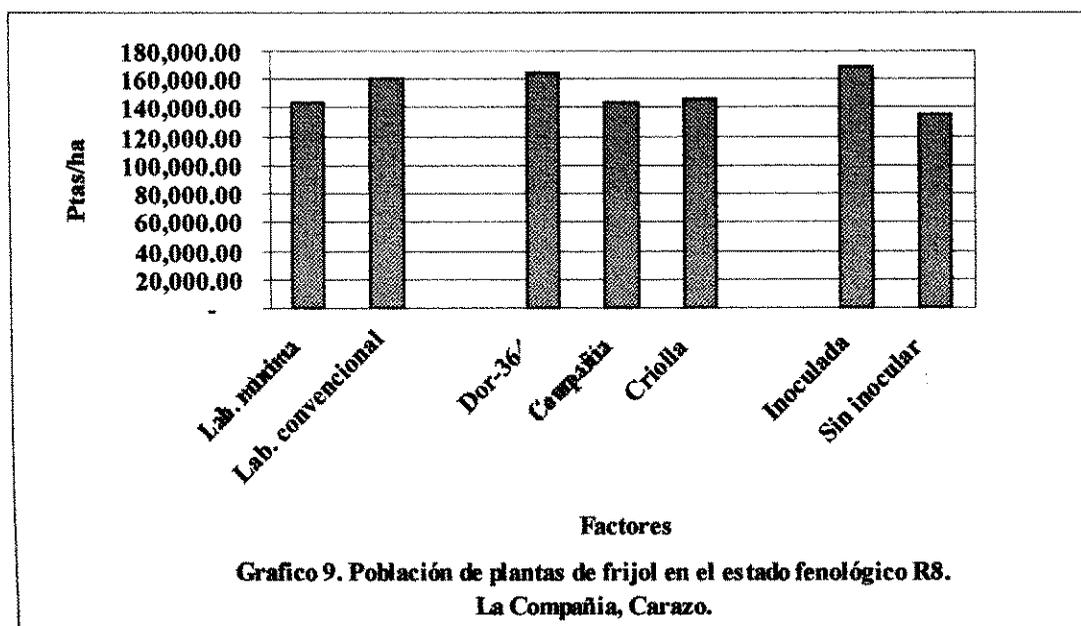
3.3.1. Población

La población de plantas es determinante para obtener buenos rendimientos (Palma, 1993), Hernández & Gómez (1988) refieren que la densidad de poblaciones débiles a la siembra significará una menor densidad de plantas a la cosecha, estos mismos autores recomiendan

entre 140 y 170 mil plantas por hectárea a la cosecha como densidades óptimas. Los resultados muestran que las poblaciones obtenidas están entre el rango recomendado (gráfico 9), no encontrándose diferencia estadística significativa para el factor labranza, sin embargo con labranza convencional se obtuvo mayor población.

Igualmente, para el factor variedades no se encontró diferencia estadística significativa, aunque numéricamente la variedad Dor-364 presentó mayor población, seguida de la variedad Criolla y Compañía. Esto es consecuencia del grado de adaptabilidad para cada uno de los cultivares en estas condiciones (anexo 4).

Para el factor inoculante con cepas de *Rhizobium* existió diferencias estadísticas significativas (gráfica 9, anexo 4), presentándose mayor población en las plantas inoculadas, lo que demuestra que cuando se establece la simbiosis, ésta le permite una mayor plasticidad. Estos resultados coinciden con los encontrados por Avelares (1992) y Cerrato (19992) quienes obtuvieron mayor población donde se inoculó la semilla.



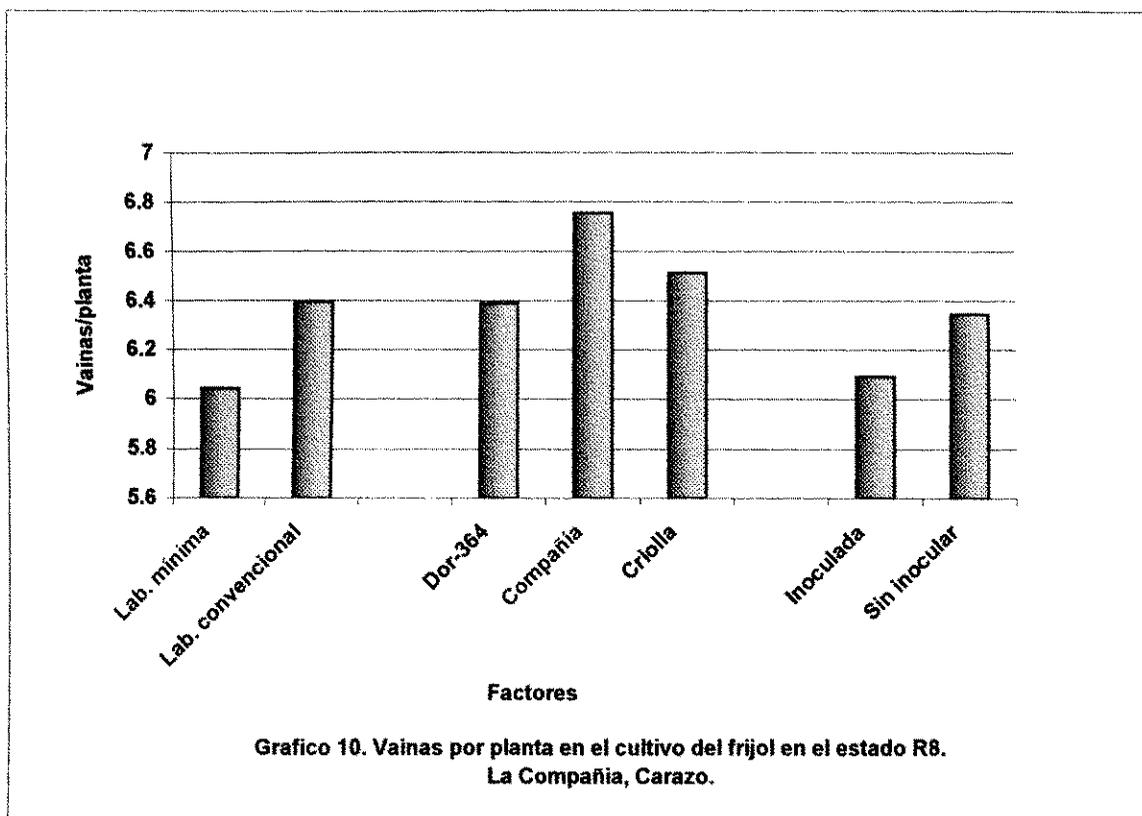
4.3.2. Vainas por planta

Esta variable es uno de los parámetros que más relación tiene con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Tapia, 1987). Hakansson, (1988) afirma que el aumento de la densidad de plantas reduce el número de vainas.

El factor labranza no ejerció ningún efecto significativo en el número de vainas por plantas, sin embargo ambas labranzas presentaron hasta 6 vainas por plantas, lo que coincide con Juárez y Sánchez (1999) y superiores a los encontrados por Acevedo (1996), (gráfica 10, anexo 4).

El factor variedades tampoco ejerció ningún efecto significativo sobre el número de vainas por planta, siendo la variedad Compañía la que presentó mayor número de vainas por planta seguida por la variedad Criolla y luego por la variedad Dor-364. Esto demuestra que este componente es diferente para cada variedad (gráfica 10, anexo 4).

Para el factor inoculante, tampoco se encontró diferencia estadística significativa, siendo mayor el número de vainas en las plantas sin inocular. Garassinni (1967), afirma que una buena parte del nitrógeno que se fija está en las raíces en el período de crecimiento primario y que en la madurez se trasloca a las partes aéreas de la planta el que se utiliza en la floración, formación de vainas y granos, cualquier efecto negativo en la floración se manifiesta en la formación de vainas.



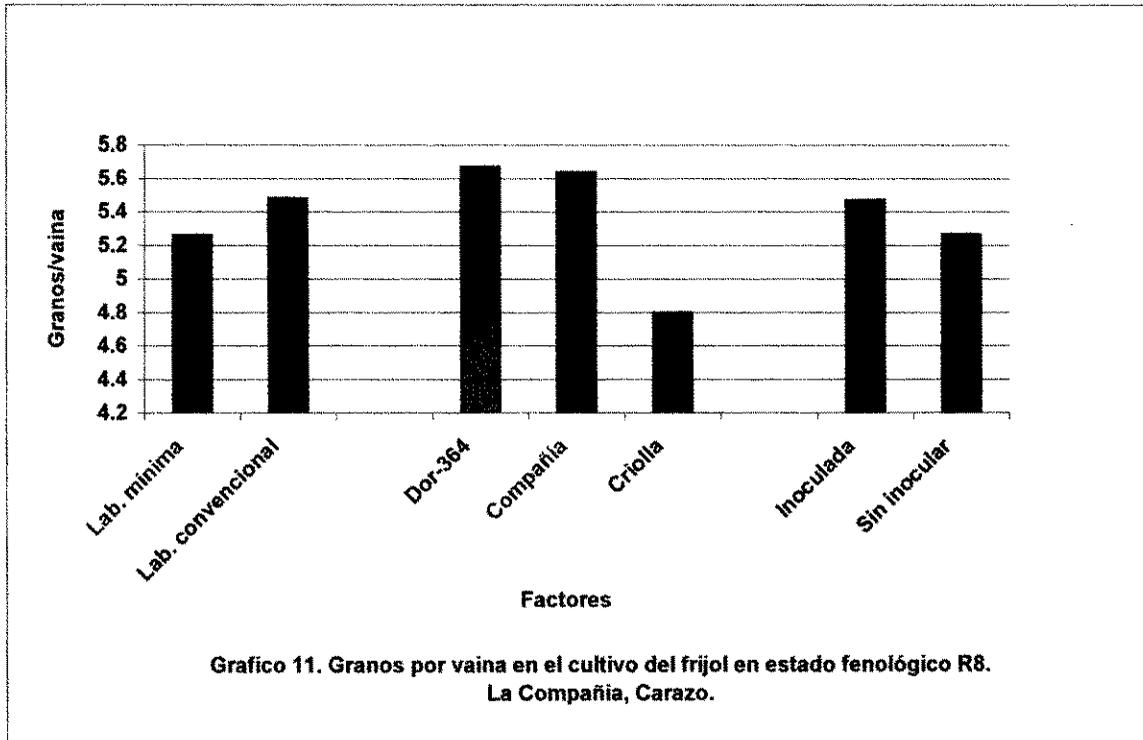
4.3.3. Granos por vaina.

El número de granos por vaina es determinante en el rendimiento (White, 1985) y es influenciado por caracteres genéticos y del cultivo. González (1995), reporta que el número de granos por vaina en el frijol varía entre 4 y 6 granos.

Para el factor labranza no se encontró diferencias estadísticas significativas, pero se obtuvo un número de granos por vaina entre lo reportado por González (1995) a como se puede apreciar en el gráfico 11 y anexo 4.

Las variedades ejercieron un efecto estadístico significativo en el número de granos por vaina, predominando la variedad Dor-364, coincidiendo con lo encontrado por Marín (1994), seguida por la variedad Compañía, quedando así por último la variedad Criolla.

En el análisis estadístico no se encontró diferencias estadísticas significativas en la variable granos por vaina para el factor inoculante con cepa de *Rhizobium*, la diferencia de granos por vaina fue mínima y favoreció a las plantas inoculadas, por lo tanto las cepas introducidas no tuvieron un efecto significativo en el aumento del número de granos por vaina, lo que coincide con lo encontrado por Juárez y Sánchez (1999), entre 5 y 6 granos por vaina. (gráfico 11, anexo 4).



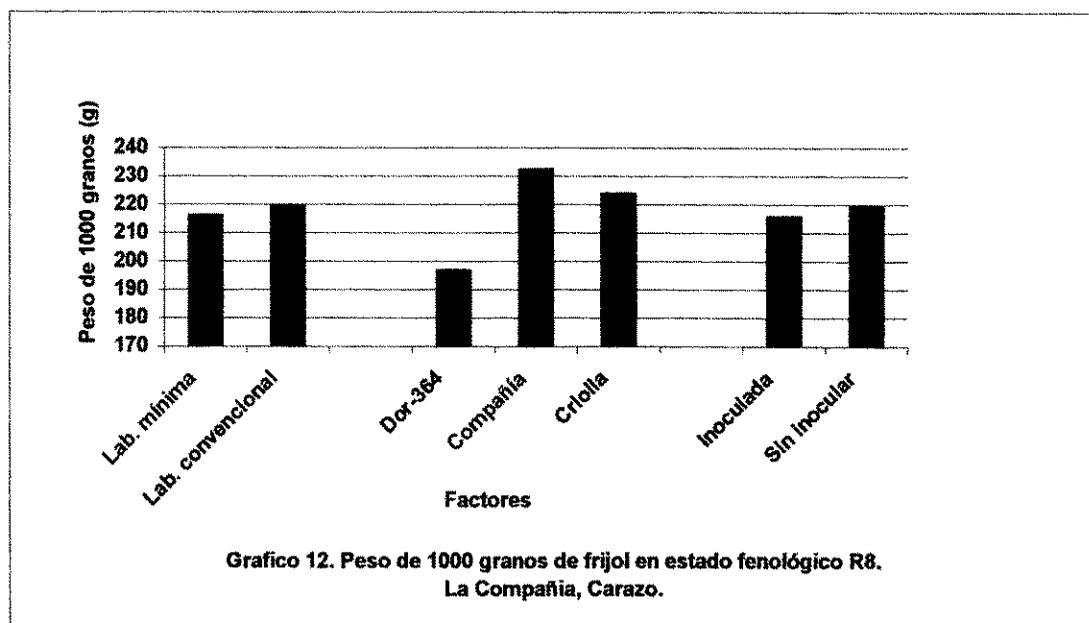
3.3.4. Peso de mil granos

El peso del grano es un carácter cuantitativo y es influenciado por el medio ambiente (Johasen, 1909 citado por Marini *et al* 1993). Esta variable demuestra la capacidad de traslocar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Zapata y Orozco, 1991). González (1995) encontró que el peso de mil granos difiere entre las variedades y oscila entre 171 y 267 gramos.

Los análisis estadísticos no demuestran significancia estadística para el factor labranza, presentándose sí un peso promedio entre 215 y 220 gramos que está en el rango reportado por González (1995). (gráfico 12 y anexo 4)

Para el factor variedades se encontró diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas. Las variedades Compañía y Criolla pertenecen a la misma categoría estadística y fueron las que obtuvieron el mayor peso de granos, la variedad Dor-364 obtuvo el menor peso entre los cultivares. Zapata y Orozco (1991), mencionan que el peso de los granos difiere entre las variedades ya que es influenciado por factores genéticos.

Para el factor inoculante con cepa de *Rhizobium*, el análisis estadístico no encontró ninguna diferencia significativa, sin embargo, si existió diferencia numérica en el peso de los granos, (gráfico 12, anexo 4), las plantas sin inocular obtuvieron un mayor llenado del grano. Sinha y Binder (1997) refieren que durante la formación de vainas y el llenado del grano se traslocan gran parte de la materia mineral acumulada en la planta principalmente de los nódulos. Lalande *et al.* (1986) estima que en presencia de una cepa eficiente hasta el 78 por ciento del nitrógeno presente en la vaina, procede de la fijación de nitrógeno.



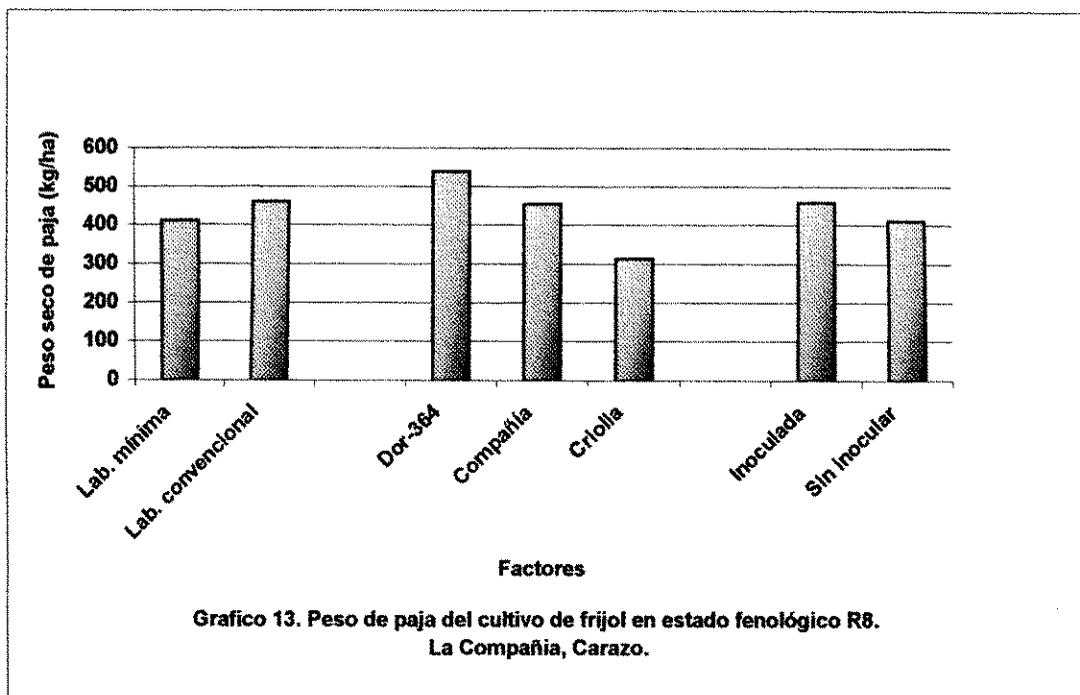
3.3.5 Peso seco de paja (kg / ha)

El peso paja del frijol guarda una estrecha relación con el rendimiento. Una mayor acumulación en el peso de paja es producto de una mayor acumulación de materia seca, incrementando así la producción de granos (Martínez, 1997).

Los resultados estadísticos no mostraron diferencias significativas para el factor labranza, pero sí mostraron diferencia numérica, obteniendo un mayor peso seco de paja en la labranza convencional, ya que hubo mayor presencia de malezas en labranza mínima, por tanto mayor competencia por nutrientes, agua y luz.

Para el factor variedades los resultados estadísticos demostraron diferencias estadísticas resultando con el mayor peso de paja la variedad Dor-364 pues presentó mayor biomasa, las variedades Compañía y Criolla le siguieron respectivamente. Cabe mencionar que se presentó ataque de mustia hilachosa y la variedad Criolla es susceptible, no así Dor-364 y Compañía según Somarriba (1997) (gráfico 13 y anexo 4).

El factor inoculante con cepa de *Rhizobium* no presentó diferencias significativas para el peso seco de paja, sin embargo, las plantas inoculadas presentaron el mayor peso de la paja; la acumulación de materia seca en la planta requiere tanto del nitrógeno del suelo como de lo obtenido de la fijación simbiótica y esta última es según Nicoloso y Santos (1990) producto de la interacción entre las bacterias, la planta y el ambiente. Vargas y Acuña (1990), observaron que la inoculación mejora el peso seco en el frijol, esto probablemente a la aplicación de molibdeno en los tratamientos. El molibdeno es un componente de las leguminosas (Kass, 1996) (gráfico 13 y anexo 4)



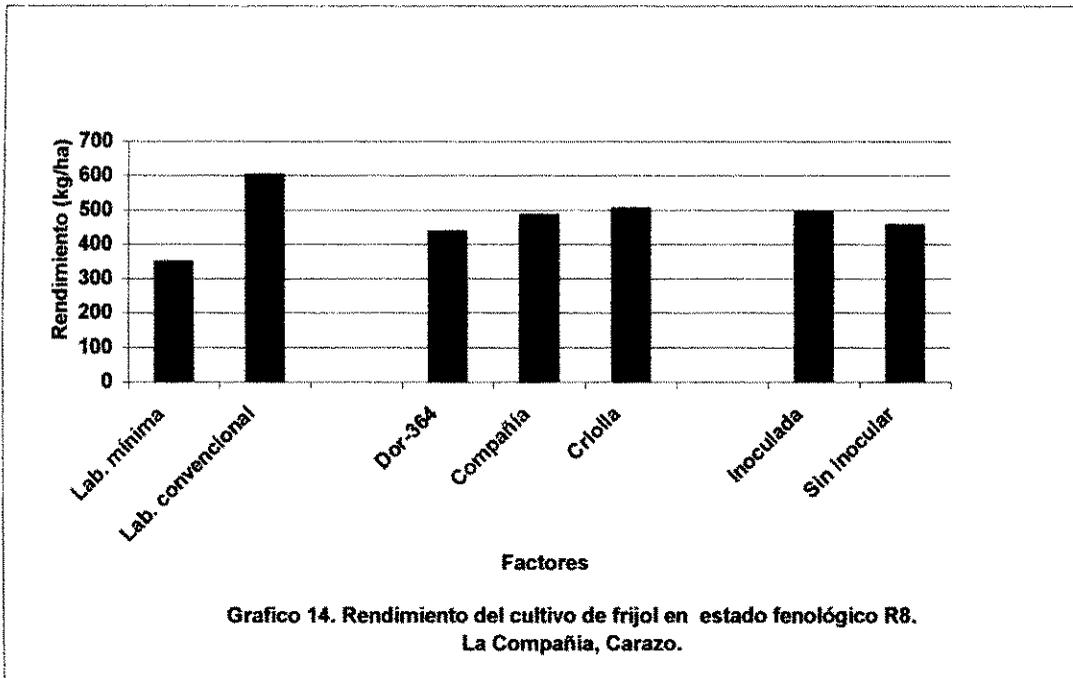
3.3.6 Rendimiento

La productividad varietal depende de la ecología y el manejo a que se somete cada variedad (Tapia, 1987, Tapia y Camacho, 1988). El análisis estadístico determinó para el experimento, que existió diferencia significativa para el factor labranza, obteniendo el mayor rendimiento kg / ha en la labranza convencional, aproximadamente en un 50 por ciento más que el rendimiento en la labranza mínima, debido a que se presentó mayor población, granos por vaina, peso de grano y peso paja (gráfico 14 y anexo 4)

En el factor variedades el análisis estadístico demostró que no existió diferencias estadísticas significativas en rendimiento entre las variedades evaluadas (gráfico 14 y anexo 4), sin embargo se encontró diferencia numérica entre éstas, obteniendo el mejor rendimiento la variedad Criolla, quedando la variedad Dor-364 con el más bajo rendimiento entre los cultivares evaluados. Hernández & Gómez (1988) y Blanco (1991) refieren también que altas densidades de siembra inciden positivamente en el número de vainas y el rendimiento. A pesar que los rendimientos obtenidos en las diferentes variedades no se

acercan a su potencial real de rendimiento, se pueden considerar normales con relación a los rendimientos obtenidos a nivel nacional (Somarriba, 1997)

Los resultados del análisis estadístico no demostraron diferencias estadísticas para el factor inoculante con cepa de *Rhizobium* (gráfico 14 y anexo 4) pero sí se obtuvieron diferencias numéricas donde las plantas inoculadas superaron a las no inoculadas. El alto rendimiento de granos se obtuvo de plantas con mayor números de vainas por plantas, granos por vaina, peso de mil granos y mayor densidad de plantas por área. Estos resultados coinciden con White (1985) quien afirma que el número de vainas por plantas, plantas cosechadas y peso del grano son los componentes que influyen sobre el rendimiento (gráfico 14 y anexo 4)



IV. CONCLUSIONES

La labranza mínima permitió una mayor altura, nodulación total, lateral y la coloración rosada de los nódulos en el cultivo de frijol, sin embargo, la labranza convencional permitió un mayor diámetro del tallo y el mejor rendimiento del cultivo de frijol.

La variedad Compañía presentó mayor altura de planta, número de nódulos totales y laterales y nódulos color rosado, sin embargo, la variedad Dor-364 presentó mayor diámetro del tallo y la variedad Criolla el mejor rendimiento, lo que demuestra que el rendimiento es variable entre las variedades.

La inoculación de la semilla con *Rhizobium* favoreció la mayor altura, diámetro del tallo, nódulos totales, laterales, así como la coloración rosada de los nódulos y el mejor rendimiento del cultivo del frijol.

V RECOMENDACIONES

Sobre la base de las conclusiones se recomienda lo siguiente:

- 1) Realizar estudios sobre la inoculación con otros cultivares de mayor demanda en el sector agrícola.
- 2) Realizar este tipo de investigación en otras zonas productoras de frijol del país, para evaluar su comportamiento.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, R. 1996. Efecto de labranza de suelo y métodos de maleza sobre la dinámica de las malezas, el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Primera, 1997. Tesis Ing. Agr. UNA/FAGRO/ESAVE. Managua, Nicaragua. 46 p.
- 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. 5.
- Arraras, F. A.; Kaprovikas, A. & Somigliana, J. C. 1983. Nodulación en 16 variedades de soya en la zona de Oran. Pazos, M. S. X Congreso argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. SECYT. Mar de Plata, Argentina. Pp. 141.
- Avelares, J. J. 1992. Evaluación comparativa de 8 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en Nicaragua, en Germoplasma. Revista informática anual del REGEN. FAGRO. UNA.
- Bergensen, F. J. 1980. The Structure of ineffective root nodules of legumes: an usual new type of infective and an appraisal of present knowlege. Revista Turrialba, Volumen 29, Número 3, 1980.
- Binder, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, Nicaragua.
- Blanco, M. 1991. Efecto del control de malezas, manual, químico y cultural en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Nicaragua en: II Seminario del Programa de Ciencia de las Plantas (UNA-SLU). Managua, Nicaragua. Pp. 45-62.
- Buendía, A. M.; Sánchez, C. T.; Romero, F & Sainz, J. E. 1990. Propiedades simbióticas en los perfiles de planidios de dos estirpes de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*. Investigación Agraria. Costa Rica. 359 p.
- Cerrato, J. E. 1992. Evaluación de 16 variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) colectadas en diversas zonas de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 42 p.
- CIAT. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali. Colombia. 15 p.
- Debouck, D., Hidalgo, R. 1985. Morfología de la planta de frijol común. Lopez, M. Frijol: Investigación y producción. Segunda Reimpresión. Editorial XYZ. Cali, Colombia. Pp. 7-42.

- Kass L. D. C. 1996. Fertilidad de suelos. Primera Edición. EUNED. San José, Costa Rica. 272 Pp.
- Lalande, R. Antoun, H, Paré, T, Joyal, P. 1986. Effets de l'inoculation avec des souches du *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* sur le rendement et la teneur en azote du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) Naturaliste canadien . 113(4):337,346.
- Llano, A, y Obando, J. 1996. Estabilidad de rendimiento de 14 líneas promisorias del frijol en 6 ambientes de Nicaragua. INTA. Informe anual 1996: programa de granos básicos, sub-programa de frijol, Managua, Nicaragua. Pp 22-34.
- Marín, V. 1994. Isolation of improved lines from eight local landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Nicaragua. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 19 p.
- Marini, D, Vega, I. Y Maggioni, L. 1993. Genética Agraria. Primera Edición. MOLISV/UNA. Managua Nicaragua. 350 Pp.
- Martínez, A. J. 1997. Efectos de labranza y métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas y el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), postrera, 1995. Tesis Ing. Agr. EPV / UNA. Managua, Nicaragua, 48 p.
- Molina, R. 1969. Influencia de enmiendas calcáreas y silicatadas sobre el efecto de fertilizantes fosfatados en suelos derivados de cenizas volcánicas en Costa Rica. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, Turrialba, Costa Rica. Instituto Internacional de Ciencias Agrícolas.
- Muslera P, E: y Ratera G, C. 1984 Praderas y Forrajes: Producción y aprovechamiento, Primera Edición. Ediciones Mundi-prensa Madrid España Pp 308-339.
- Nicoloso, F. T. & Santos O. S. 1990** Considerações sobre a fixação simbiótica de N₂ no feijão comum, revista do centro de ciencias rurais. 20 (1-2) 51-73
- Palma R., O. R. 1993. Influencias de diferentes métodos de control de malezas y espaciamiento entre surcos sobre la cenosis y el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) C. V. Rev. 79-A. En el ciclo de postrera 1990. UNA. Managua Nicaragua 54 Pp.
- PROFIJOL, 1992. Proyecto de la fijación biológica del nitrógeno. Informe final 1990-1992. República Dominicana. p:173-201.
- Rodríguez, D. N. 1996. Inhibición de la nodulación y fijación simbiótica de N₂ de Judía (*Phaseolus vulgaris* L.) Chordi Corbo, A. Avances en la investigación sobre la

fijación biológica de nitrógeno. Universidad de Salamanca. Salamanca España.
Pp.357-358

- Somarriba C. 1997. Texto de granos básicos. Primera Edición. UNA. Managua Nicaragua 126 Pp .
- Sylvester, B. R. 1987. Simbiosis leguminosa-rhizobium: Evaluación, selección y manejo (guía de estudio autotutorial). Cali, Colombia. CIAT. 67 p.
- Talavera, F. T. 1989. Assesment of the impact of P and N Fertilizers on common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown on volcano soil in pot and field experiment. Swedish University of Agricultural Sciences . Deparment of soil Sciencesl . Report and Dissertations 2 .
- Tapia B, H. 1987. Variedades Mejoradas de Frijol con grano rojo para Nicaragua Primera Edición ISCA . Managua Nicaragua 26 Pp. Tapia T, H. y Sandoval A, U. 1980
- Tapia, B, H. y Camacho H, A. 1988. Manejo Integrado en le producción de frijol basado en Labranza Cero Primera Edición. GTZ. Managua Nicaragua 181 Pp.
- Tapia, H. & Sandoval, U. 1980. Densidad de población óptima en cultivos anuales. En Tapia, H. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. INRA/PROAGRO. Managua, Nicaragua. p: 31-37.
- Trigoso, R. & Fassbender, H. W. 1973. Efecto de la aplicación de Ca, Mg, P, Mo, Bo, sobre la producción y fijación de nitrógeno de cuatro leguminosas tropicales. Turrialba 23(2): P. 172-180-
- UPANIC. (1998). Proyecto inoculantes para la producción de frijol rojo con pequeños productores. Managua, Nicaragua.
- Vargas, R. Acuña, O. 1990. Respuesta de dos Variedades de *Phaseoli vulgaris* a la inoculación y a la fertilización con nitrógeno y moliddeno en un insectisol de Upala. Alajuela. Agronomía costaricense. 14 (1) 93-98.
- White, J. 1985. Conceptos básicos de fisiología de frijol. López, M. Frijol: Investigación y Producción. Segunda Reimpresión. Editorial XYZ. Cali, Colombia. Pp. 43-60.
- Zapata, M. & Orozco, P. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de malezas, crecimiento y rendimiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Rev. 81 en el ciclo postrera 1989. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 72 p.

ANEXO 1.

Separación de medias de las variables de altura y diámetro de plantas de frijol en los estados fenológicos V5 y R1.

| Factor A : | Altura (cm) | Altura (cm) | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) |
|------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| LABRANZA. | V5 | R1 | V5 | R1 |
| (a1) Labranza Mínima | 9.796 A | 17.441 A | 2.332 A | 3.512 A |
| (a2) Labranza Convencional | 8.550 A | 10.258 B | 2.667 A | 3.621 A |
| Nivel de Significancia | NS | * | NS | NS |
| C . V | 18.55% | 15.31% | 17.42% | 17.73% |
| Factor B : | Altura (cm) | Altura (cm) | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) |
| VARIEDADES | V5 | R1 | V5 | R1 |
| (b1) Variedad Dor - 364 | 8.782 A | 12.830 B | 2.549 A | 3.881 A |
| (b2) Variedad Compañía | 9.096 A | 14.425 A | 2.455 A | 3.693 A |
| (b3) Variedad Criolla | 9.941 A | 14.294 A | 2.494 A | 3.126 B |
| Nivel de Significancia | NS | * | NS | * |
| C . V | 16.70% | 6.53% | 17.98% | 8.13% |
| Factor C : | Altura (cm) | Altura (cm) | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) |
| INOCULANTE | V5 | R1 | V5 | R1 |
| (c1) Semilla Inoculada | 9.509 A | 13.651 A | 2.574 A | 3.521 A |
| (c2) Semilla sin Inocular | 8.838 A | 14.948 A | 2.425 A | 3.613 A |
| Nivel de Significancia | NS | NS | NS | NS |
| C . V | 16.53% | 11.06% | 17.11% | 9.95% |

Separación de medias por Tukey al 5% .

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

* significativo

NS : No Significativo

V5 : Estado fenológico

R1 : Estado fenológico

ANEXO 2

Separación de medias para las variables de peso seco de plantas (g), nódulos totales y posición de los nódulos en los estados fenológicos V5 Y R1.

| Factor A : | Peso seco de Planta (g) | | Nodulos Totales | | Posición de nódulos | | | |
|------------------------------|---------------------------|-----------|-----------------|----------|---------------------|--------|--------|--------|
| | V5 | R1 | V5 | R1 | V5 | | R1 | |
| LABRANZA. | | | | | RPPAL | RLAT | RPPAL | RLAT |
| (a1) Labranza Mínima | 10.175 A | 30.537 A | 15.492 A | 17.167 A | 0.55A | 14.81A | 0.38A | 6.79A |
| (a2) Labranza Convencional | 3.292 B | 38.629 A | 10.967 B | 7.587 B | 0.58A | 10.39B | 0.02B | 7.57B |
| Nivel de Significancia | * | NS | * | * | NS | * | * | * |
| C. V | 13.77% | 59.74% | 30.12% | 35.74% | 22.71% | 31.06% | 12.91% | 34.91% |
| Factor B : | | | | | | | | |
| VARIEDADES | | | | | | | | |
| (b1) Variedad Dor - 364 | 5.513 A | 33.112 AB | 10.081 B | 10.019 A | 0.56AB | 9.52B | 0.37A | 9.64A |
| (b2) Variedad Compañía | 7.087 A | 38.669 A | 12.531 B | 13.675 A | 0.03B | 2.51AB | 0.07A | 3.61A |
| (b3) Variedad Criolla | 7.400 A | 31.969 B | 17.075 A | 13.438 A | 1.11A | 5.78A | 0.16A | 3.28A |
| Nivel de Significancia | NS | * | * | NS | * | * | NS | NS |
| C. V | 27.15% | 17.43% | 33.08% | 52.11% | 36.48% | 33.38% | 21.68% | 52.50% |
| Factor C : | | | | | | | | |
| INOCULANTE | | | | | | | | |
| (c1) Semilla Inoculada | 6.800 A | 33.629 A | 14.792 A | 13.025 A | 0.55A | 14.12A | 0.24A | 12.78A |
| (c2) Semilla sin Inocular | 5.667 A | 35.537 A | 11.667 A | 11.729 A | 0.58A | 11.08A | 0.16A | 11.57A |
| Nivel de Significancia | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| C. V | 19.21% | 24.96% | 38.05% | 36.78% | 22.81% | 40.96% | 20.57% | 36.81% |

Separación de medias por Tukey al 5% .

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

* Significativo

NS : No Significativo

V5 y R1 : Estados fenológicos

ANEXO 3

Separacion de medias para la variable de coloración en los estados fenológicos V5 y R1

| Factor A : | V5 | | | R1 | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Nod. Oscuros | Nod. Rosados | Nod. Blancos | Nod. Oscuros | Nod. Rosados | Nod. Blancos |
| LABRANZA. | | | | | | |
| (a1) Labranza Mínima | 9.154 A | 6.087 A | 0.042 A | 4.604 A | 11.788 A | 0.767 A |
| (a2) Labranza Convencional | 5.679 B | 0.904 B | 0.613 A | 0.733 B | 3.279 B | 0.033 B |
| Nivel de Significancia | * | * | NS | * | * | * |
| C . V | 12.83% | 44.95% | 41.50% | 29.59% | 13.08% | 12.69% |
| Factor B : | | | | | | |
| VARIEDADES | | | | | | |
| (b1) Variedad Dor - 364 | 4.587 B | 3.675 A | 0.475 A | 2.519 A | 6.156 A | 0.300 A |
| (b2) Variedad Compañía | 7.012 B | 3.800 A | 0.381 A | 2.419 A | 8.869 A | 0.438 A |
| (b3) Variedad Criolla | 10.650 A | 3.012 A | 0.125 A | 3.069 A | 7.575 A | 0.463 A |
| Nivel de Significancia | * | NS | NS | NS | NS | NS |
| C . V | 26.37% | 30.65% | 23.91% | 28.31% | 33.05% | 15.33% |
| Factor C : | | | | | | |
| INOCULANTE | | | | | | |
| (c1) Semilla Inoculada | 7.904 A | 4.150 A | 0.425 A | 2.683 A | 8.112 A | 0.358 A |
| (c2) Semilla sin Inocular | 6.929 A | 2.842 A | 0.229 A | 2.654 A | 6.954 A | 0.442 A |
| Nivel de Significancia | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| C . V | 28.74% | 39.65% | 18.66% | 16.34% | 22.57% | 22.47% |

Separacion de medias por Tukey al 5% .

Medias con letras iguales no difieren estadisticamente.

Nod.: nódulos

* Significativo

NS : No Significativo

V5 y R1 : Estados fenológicos

ANEXO 4

Separación de medias para las variables del estado fenológico R8

R8

| Factor A : | Poblacion | Vainas / plantas | Granos / vaina | Peso 1000 semilla (g) | Peso paja (kg) | Rto (kg/ ha) |
|-----------------------------|-----------|------------------|----------------|-----------------------|------------------|----------------|
| LABRANZA. | | | | | | |
| (a1) Labranza Mínima | 143,489 A | 6.042 A | 5.258 A | 215.97 A | 410.85 A | 349.03 B |
| (a2) Labranza Convencional | 159,852 A | 6.396 A | 5.479 A | 219.21 A | 460.22 A | 601.64 A |
| Nivel de Significancia | NS | NS | NS | NS | NS | ** |
| C. V | 29.22% | 37.35% | 11.37% | 4.21% | 22.30% | 44.19% |
| Factor B : | | | | | | |
| VARIEDADES | | | | | | |
| (b1) Variedad Dor - 364 | 164,257 A | 6.388 A | 5.669 A | 196.75 B | 538.60 A | 436.69 A |
| (b2) Variedad Compañía | 144,010 A | 6.756 A | 5.637 A | 232.35 A | 455.15 A | 485.57 A |
| (b3) Variedad Criolla | 146,745 A | 6.512 A | 4.800 B | 223.68 A | 312.70 B | 503.75 A |
| Nivel de Significancia | NS | NS | ** | ** | ** | NS |
| C. V | 24.14% | 23.75% | 9.55% | 7.53% | 26.29% | 31.01% |
| Factor C : | | | | | | |
| INOCULANTE | | | | | | |
| (c1) Semilla Inoculada | 168,880 A | 6.092 A | 5.471 A | 215.57 A | 459.32 A | 494.35 A |
| (c2) Semilla sin Inocular | 134,462 B | 6.346 A | 5.267 A | 219.61 A | 411.74 A | 456.33 A |
| Nivel de Significancia | ** | NS | NS | NS | NS | NS |
| C. V | 21.90% | 17.26% | 9.08% | 6.60% | 44.33% | 42.53% |

Rto kg/ ha : Rendimiento kilogramo por hectárea.

C. V : Coeficiente de variación

Separacion de medias por Tukey al 5% .

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

** : Existe significancia

NS : No Significativo

R8 : Estado fenológico