



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE MONAGAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
MATURÍN – MONAGAS – VENEZUELA**

**PRODUCCIÓN DE NÓDULOS DE RHIZOBIUM EN EL  
CULTIVO DE FRIJOL CHINO (*Vigna radiata* L. Wilezek), CON  
FERTILIZANTE QUÍMICO U ORGÁNICO USANDO SUELOS  
DE DIFERENTES ZONAS ECOLÓGICAS, EN CONDICIONES  
DE INVERNADERO.**

**Trabajo de grado presentado por:  
RONALD ANDRES PEREZ CORCEGA**

**Como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MATURÍN, JUNIO DE 2016**



ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SUB-COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

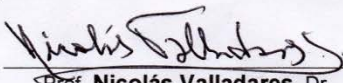
CTG-EIA-IA- 2018

MODALIDAD: TESIS DE GRADO

ACTA N° 1871

En Maturín, siendo las **8:30 (a.m.)** del día **13** de **abril** del **2018** reunidos en el aula C-1 Centro de postgrado, *Campus: Juanico* del Núcleo de Monagas de la Universidad de Oriente, los miembros del jurado profesores: **Iván Maza** (Asesor Académico), **Nicolás Valladares** (Jurado), **Marden Vázquez** (Jurado). A fin de cumplir con el requisito parcial exigido por el Reglamento de Trabajo de Grado vigente para obtener el Título de **Ingeniero Agrónomo**, se procedió a la presentación del Trabajo de Grado, titulado: **“PRODUCCIÓN DE NÓDULOS DE RHIZOBIUM EN EL CULTIVO DE FRIJOL CHINO (*Vigna radiata* L. Wilezek) CON FERTILIZANTES QUÍMICOS U ORGÁNICOS USANDO SUELOS DE DIFERENTES ZONAS ECOLÓGICAS, EN CONDICIONES DE INVERNADERO”** Por el Bachiller: **RONALD ANDRÉS PÉREZ CÓRCEGA**, C.I.: **20.917.810**. El jurado, luego de la discusión del mismo acuerdan calificarlo como:

Aprobado con mención Publicación



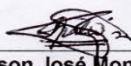
Prof. **Nicolás Valladares**. Dr.  
C.I.: 2.436.010  
Jurado



Prof. **Marden Vázquez**. MSc.  
C.I.: 5.721.636  
Jurado

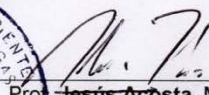


Prof. **Iván Maza**. Dr.  
C.I.: 8.373.371  
Asesor Académico



Prof. **Nelson José Montaña Mata**. Dr.  
C.I.: 4.505.457  
Sub-Comisión de Trabajo de Grado





Prof. **Jesús Acosta**. MSc.  
C.I.: 11.005.240  
Jefe de Departamento (E)



Según establecido en resolución de Consejo Universitario N° 034/2009 de fecha 17/06/2009 y Artículo 13 Literal J del Reglamento de Trabajo de Grado de la Universidad de Oriente. \*NOTA: Para que esta acta tenga validez debe ser asentada en la hoja N°- XXX del XX° libro de Actas de Trabajos de Grado del Departamento de Ingeniería de Agronomía, EIA de la Universidad de Oriente y estar debidamente firmada por el (los) asesor (es) y miembros del jurado.

## DEDICATORIA

Serán muy cortas estas líneas y pocas las palabras, pero con todo mi cariño y mi más sincero amor, dedico mi Trabajo de Grado a:

A Dios todopoderoso por haberme dado la fortaleza, sabiduría en todo momento, encaminar mis pasos y por nunca haberme dejado solo en este camino.

A mis padres, por ser pilares fundamentales en mi vida esto es por y para ustedes que siempre han estado hay de una u otra manera siempre dando ese empujoncito cuando me sentía frustrado.

A mis hermanos y demás familiares por brindarme su apoyo en todos los momentos y tener siempre una palabra de aliento, son mi fuerza y mi motivación.

A mis amigos por ser un motor importante de mi desarrollo de todo este periodo universitario y a esos vecinos y personas que siempre siguieron creyendo en poder concretar mi logro, de verdad les agradezco tanto cariño.

## AGRADECIMIENTO

A DIOS todo poderoso por ser el arquitecto de mi vida y haberme dado la fortaleza, sabiduría en todo momento, poder alcanzar esta meta y por haber estado conmigo siempre en todas esas etapas.

A mis padres, Geroboham Pérez y Emily Córcega por su apoyo incondicional y dedicación en cada área de mi vida, por guiarme, acompañarme y brindarme la estabilidad sentimental y económica que necesitaba para superar los obstáculos que se me presentaran y poder alcanzar este logro con la ayuda de ustedes.

A mis hermanos, Carolina Pérez, Gerobohan Pérez y Jonatham Pérez hoy culmina una etapa de mi vida y le doy gracias a Dios y a ustedes por su apoyo y cariño.

A mis Tíos (as) Mairer Córcega, Manuel Pérez, Norma Córcega, Doris Córcega, Giovanna Córcega, siempre espero poderles compensar toda esa ayuda que durante mi crecimiento como persona y profesional siempre han sido parte de grandes anécdotas siempre estaré agradecido con todos y cada uno de ustedes.

A mi familia putativa Martínez Urrieta, personas que conocí en este camino de la vida y siempre me brindaron una gran amistad, amor y apoyo.

A mi tutor Iván Maza por ser pieza fundamental y guiarme siempre con buenos consejos para seguir adelante a pesar de las adversidades, estoy muy agradecido.

Un especial agradecimiento a la profesora Silvia Martínez y al profesor Nelson Montaña por su confianza y apoyo hacia mi persona en estos últimos años de mi carrera, estaré siempre agradecido.

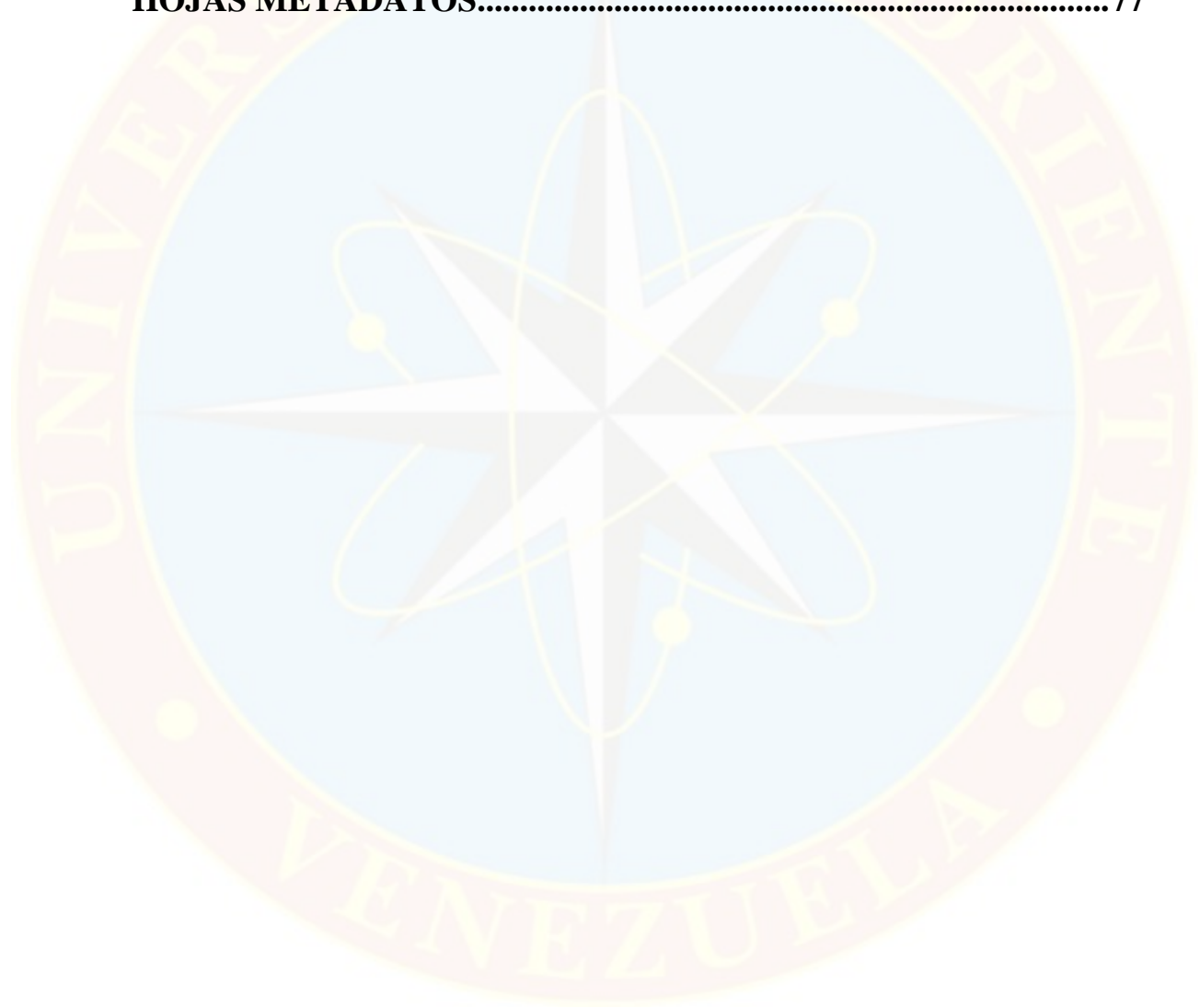


## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTAS DE CUADROS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURA</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
OBJETIVO GENERAL .....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
ANTECEDENTES .....	4
IMPORTANCIA DEL CULTIVO .....	6
CARACTERÍSTICAS DE RHIZOBIUM SP. ....	8
IMPACTO AMBIENTAL DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.....	10
FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE N <sub>2</sub> ATMOSFÉRICO. ....	11
PROCESOS DE FIJACIÓN DE N <sub>2</sub> ATMOSFÉRICO.....	12
FACTORES QUE AFECTAN LA NODULACIÓN Y LA FIJACIÓN DE N <sub>2</sub> EN LAS LEGUMINOSAS. ....	13
APLICACIÓN PRÁCTICA DE <i>RHIZOBIUM SP</i> EN CULTIVOS DE FRIJOL COMÚN ( <i>Vigna unguiculata</i> ).....	18
SUELO Y SU CARACTERIZACIÓN. ....	23
Suelo .....	23
CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS .....	26
Textura.....	26
Determinación del pH del suelo .....	26
Conductividad.....	27
Materia orgánica .....	27
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>28</b>
UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	28
MATERIALES UTILIZADOS .....	28
TRATAMIENTOS Y DESCRIPCIÓN .....	29
PLANO EXPERIMENTAL .....	29
INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	30
MANEJOS CULTURALES.....	30

PARÁMETROS EVALUADOS.....	31
Parámetros biométricos evaluados .....	31
Altura de la planta.....	31
Diámetro (mm) del tallo .....	31
Numero de hojas.....	32
Peso fresco total, aéreo y radical (g).....	32
Volumen radical (cm <sup>3</sup> ).....	32
Peso seco total, aéreo y radical (g).....	33
PARÁMETROS DE NODULACIÓN .....	34
Nódulos totales .....	34
Nódulos no efectivo o blanco .....	34
Nódulos efectivo o rojos.....	34
DETERMINACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICA-QUÍMICA DEL SUELO .....	34
Conductividad Eléctrica por el método del Conductímetro .....	34
El pH del suelo por el método del potenciómetro .....	34
Materia Orgánica, método Walkley and Blanck, (Colorímetro) .....	35
Fosforo por el método de Bray N° 1.....	36
Textura.....	37
ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	37
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>38</b>
CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS .....	38
VARIABLES EVALUADAS A LOS 20 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (20 DDS) .....	38
Altura de la planta (cm) .....	38
Diámetro del tallo (mm) .....	39
Numero de hojas por planta.....	40
VARIABLES EVALUADAS A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (30DDS) .....	41
Altura de la planta.....	41
Diámetro del tallo (mm) .....	42
Número de hojas de la planta .....	42
VARIABLES EVALUADAS A LOS 40 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (40 DDS) .....	42
Nodulación.....	42
Nódulos totales (efectivos y no efectivos) .....	42
Nódulos efectivos (NE) o rojos.....	44
Nódulos no efectivos (NNE) o blanco .....	45
Peso fresco de la parte aérea de la planta (PFPA) .....	47
Peso fresco de la raíz de la planta (PFR) .....	48
Peso fresco total de la planta .....	49
Peso seco de la parte aérea de la planta(PSPA).....	50

Peso seco de la raíz de la planta.....	51
Peso seco total de la planta .....	51
Volumen radical.....	52
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>54</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>56</b>
<b>APENDICES.....</b>	<b>60</b>
<b>HOJAS METADATOS.....</b>	<b>77</b>



## LISTAS DE CUADROS

Cuadro 1. Algunas propiedades físico-químicas de los suelos utilizados.....	38
Cuadro 2. Prueba de diferencias de promedios para la altura en la planta (cm) de frijol chino 20 días después de la siembra en diferentes tratamientos evaluados.....	39
Cuadro 3. Prueba de diferencias de promedios para el diámetro del tallo (mm)de la planta de frijol chino 20 días después de la siembra en diferentes tratamientos evaluados.....	40
Cuadro 4. Prueba de diferencias de promedios para el numero de hoja de la planta de frijol chino 20 días después de la siembra en diferentes tratamientos evaluados.....	41
Cuadro 5. Prueba de diferencias de promedios para la variable nódulos totales (NT) en la planta de frijol chino en los diferentes tratamientos evaluados.....	43
Cuadro 6. Prueba de diferencias de promedios para la variable nódulos efectivos(NE) en la planta de frijol chino en los diferentes tratamientos evaluados.....	45
Cuadro 7. Prueba de diferencias de promedios para la variable nódulos no efectivos (NNE) en la planta de frijol chino en los diferentes tratamientos evaluados.....	46
Cuadro 8. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso fresco de la parte aérea de la planta (PFPA) de frijol chino en los diferentes tratamientos evaluados.....	47
Cuadro 9. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso fresco de la raíz de la planta (g) de frijol chino ( <i>Vigna radiata.</i> ), en diferentes tratamientos evaluados.....	48
Cuadro 10. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso fresco total (grs) de la planta de frijol chino, en los diferentes tratamientos evaluados.....	49
Cuadro 11. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso seco de la parte aérea (g) de la planta de frijol chino, en los diferentes tratamientos evaluados.....	50
Cuadro 12. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso seco total (g) de la planta de frijol chino, en los diferentes tratamientos evaluados.....	52
Cuadro 13. Prueba de diferencias de promedios para el volumen radical( $\text{cm}^3$ ) de la planta de frijol chino, en los diferentes tratamientos evaluados.....	53



## LISTA DE FIGURA

Figura 1. Ubicación del experimento.....	28
Figura 2. Mediciones de altura de la planta.....	31
Figura 3. Mediciones de diámetro.....	32
Figura 4. Mediciones volumen radical.....	33
Figura 5. Mediciones de peso seco.....	33
Figura 6: A. Potenciómetro evaluación pH; B. Conductímetro evaluación CE.....	35
Figura 7: A. Dicromato; B. Ácido sulfúrico; C. cámara de gases; D. Espectrómetro; E. Muestras .....	36
Figura 8. A. filtrado de las muestras, blanco; B. Espectrómetro .....	36
Figura 9. Prueba de textura por el método bouyouco .....	37

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de nódulos de *Rhizobium* en el cultivo de frijol chino (*Vigna radiata* L. Wilezek). Se realizó un ensayo en un ambiente protegido, en el invernadero I del Centro de Postgrado de la Universidad de Oriente, *Campus* Juanico, Maturín, estado Monagas. Se llevó a cabo siguiendo un diseño bloques al azar, de diez tratamientos que corresponden las dosis de fertilizante con cada uno de los suelos y cuatro repeticiones repeticiones y cada masetta constituía una unidad experimental para un total de 40 unidades experimentales. Los parámetros de nodulación se transformaron con la fórmula  $\sqrt{X} + 0,5$ . El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre los tratamientos para las variables altura de la planta, diámetro del tallo, número de hoja, nódulos totales, nódulos efectivos (rojos), nódulos no efectivos (blancos), peso fresco y seco de la planta y parte aérea y volumen radical. Los resultados obtenidos revelan que el tratamiento siete (T7), el cual está constituido por el suelo del valle de Guarapiche y con 30 Kg N/ha fue el más favorable para la nodulación con respecto a las dosis de fertilizante nitrogenado químico y a los treinta días después de la siembra no hubo diferencia significativa para ningunas de las variables evaluada.

Palabras claves: frijol chino, *Vigna radiata*, *Rhizobium*, nódulos, fertilización

## ABSTRACT

In order to evaluate the effect of nitrogen fertilization on the production of Rhizobium nodules in the cultivation of Chinese beans (*Vigna radiata* L. Wilezek). A trial was conducted in a protected environment, in the greenhouse I of the Postgraduate Center of the Universidad de Oriente, Campus Juanico, Maturín, Monagas state. It was carried out following a randomized blocks design, of ten treatments that correspond the doses of fertilizer with each one of the soils and four repetitions repetitions and each maseta constituted an experimental unit for a total of 40 experimental units. The nodulation parameters were transformed with the formula  $\sqrt{X + 0.5}$ . The statistical analysis detected significant differences between the treatments for the variables plant height, stem diameter, leaf number, total nodules, effective nodules (red), non-effective nodules (white), fresh and dry weight of the plant and part aerial and radical volume. The obtained results reveal that the treatment seven (T7), which is constituted by the Guarapiche valley soil and with 30 Kg N / ha was the most favorable for the nodulation with respect to the doses of chemical nitrogenous fertilizer and at thirty days after sowing there was no significant difference for any of the evaluated variables.

Keywords: mung bean, *Vigna radiata*, Rhizobium, nodules, fertilization

## INTRODUCCIÓN

El frijol chino (*Vigna radiata* L. Wilezek) es una leguminosa originaria de Asia suroriental y la India. Desde allí se extendió por Asia meridional. Posteriormente se fue conociendo y cultivando en diferentes países de África y América. Al ser una leguminosa, esta suministra una mayor cantidad de proteínas que cualquier otro alimento vegetal. En el país es un cultivo de notable importancia económica considerada por el gobierno nacional como un cultivo estratégico debido a su alto contenido nutricional y su diversidad de usos, tanto en la alimentación humana como animal (Carmona y Jaffe, 2002).

El nitrógeno es el elemento más crítico en el crecimiento de las plantas. Es un constituyente de las proteínas de la planta, la clorofila, los ácidos nucleicos y otras sustancias de la planta. Un suministro adecuado de nitrógeno produce paredes celulares más delgadas, originando plantas más delicadas y suculentas, significando plantas más grandes y por ende mayor producción. El nitrógeno es un nutriente único, diferente a los otros elementos esenciales, puede ser utilizado por las plantas en forma de catión, amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o en forma de anión nitrato ( $\text{NH}_3^-$ ) solo una pequeña parte del nitrógeno está presente en estas formas (Donahue *et al.*, 1981).

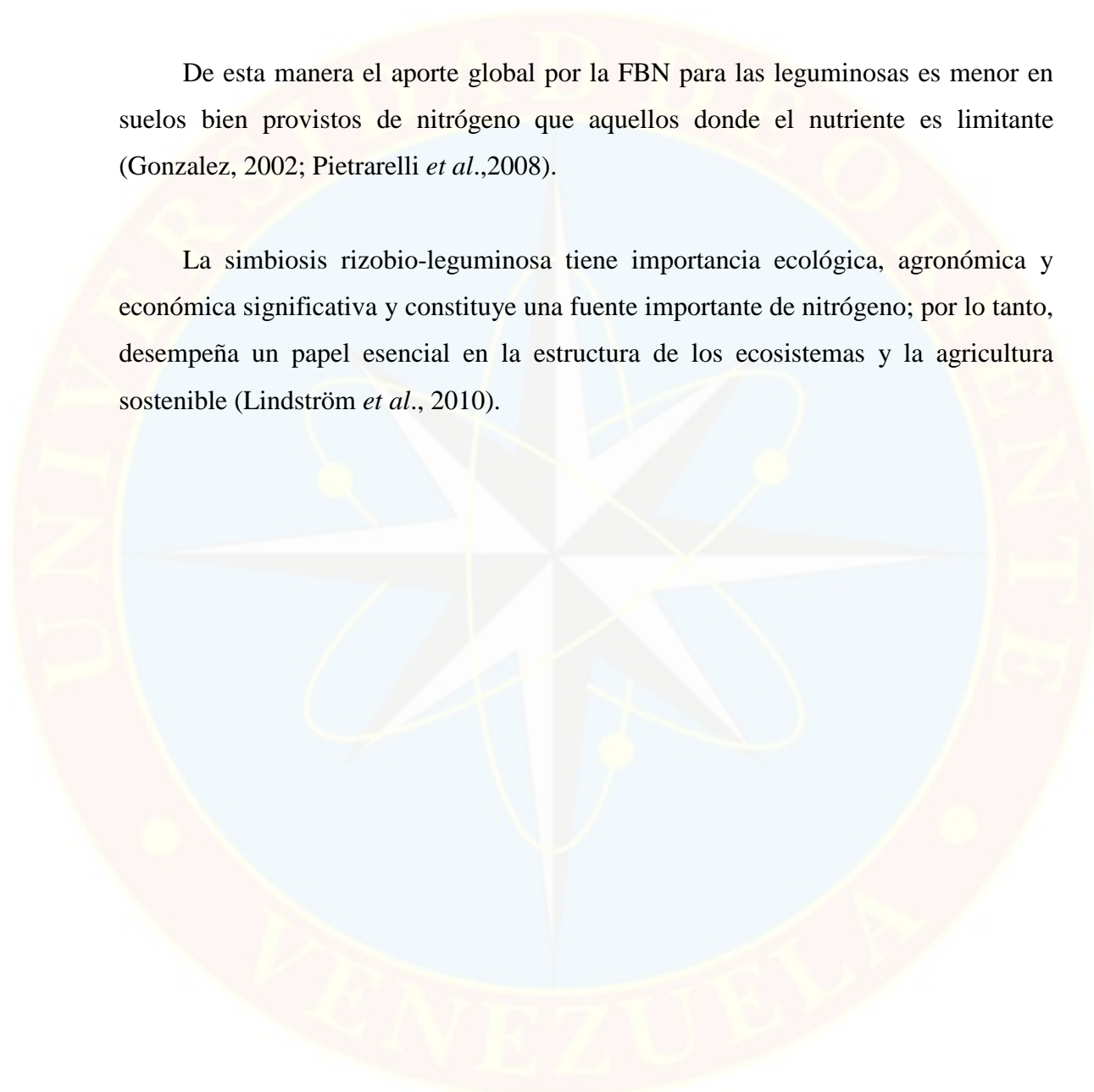
La FBN es el proceso que transforma el nitrógeno atmosférico, que es inerte, en una forma biológicamente útil siendo la principal forma de entrada en ecosistemas desérticos (Zahran, 2001). El proceso de FBN es utilizado en la naturaleza por diferentes géneros bacterianos. Las plantas se benefician de este proceso cuando las bacterias mueren y liberan el nitrógeno al suelo o cuando las bacterias viven en estrecha asociación con las plantas (Willems, 2003). Si bien existe una amplia gama de organismos y asociaciones vegetales que son capaces de fijar nitrógeno de la atmósfera, la relación simbiótica entre rizobios y leguminosas es responsable de



contribuir con la mayor cantidad de nitrógeno fijado en especies agrícolas (Peoples *et al.*, 1995; Chianu *et al.*, 2011).

De esta manera el aporte global por la FBN para las leguminosas es menor en suelos bien provistos de nitrógeno que aquellos donde el nutriente es limitante (Gonzalez, 2002; Pietrarelli *et al.*, 2008).

La simbiosis rizobio-leguminosa tiene importancia ecológica, agronómica y económica significativa y constituye una fuente importante de nitrógeno; por lo tanto, desempeña un papel esencial en la estructura de los ecosistemas y la agricultura sostenible (Lindström *et al.*, 2010).



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de nódulos de Rhizobium en el cultivo de frijol chino (*Vigna radiata* L. Wilezek), en condiciones de invernadero, ubicado en el Campus Juanico de la Universidad de Oriente.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los suelos utilizados en el ensayo.
- Determinar la tipología de la nodulación (número de nódulos y color) de Rhizobium producidos por dosis de fertilizante nitrogenado químico en el cultivo de frijol chino *Vigna radiata*.
- Estipular la tipología de la nodulación (número de nódulos y color) de Rhizobium producidos por dosis de fertilizante nitrogenado orgánico en el cultivo de frijol chino *Vigna radiata*.
- Medir algunos parámetros biométricos del cultivo de frijol chino *Vigna radiata*.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### ANTECEDENTES

**García y Madriz 1999**, estudiaron la anatomía de la lámina foliar en 5 genotipos de frijol mungo: var. 'Criolla', 'VC1973A', 'VC2764B', 'NM94' y 'CHUN NAM 4', a fin de aportar información histológica de posible utilidad para la delimitación de éstos a nivel infraespecífico y para una mejor interpretación de algunos aspectos del comportamiento agronómico de los mismos. El material foliar fue colectado de plantas creciendo en una parcela experimental ubicada en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (Maracay, Edo. Aragua) y posteriormente se fijó en formalina-ácido acético-etano 50% para ser procesado usando técnicas clásicas de microscopía óptica; adicionalmente se estudió la morfología de la superficie foliar mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). Los resultados obtenidos revelan una histología bastante homogénea en los 5 genotipos investigados, observándose diferencias entre éstos en las variables anatómicas cuantitativas: densidad de estomas, densidad de tricomas y grosor de la lámina foliar.

**Mayz J, Lárez A, Alcorcés N, 2010**, estiman que la población mundial se incrementará y demandará mayor cantidad de alimentos y uso de fertilizantes nitrogenados. En Venezuela, el frijol es altamente consumido y se cultiva en las sabanas orientales, cuyas características edáficas pueden afectar negativamente la población rizobiana. Estos planteamientos refuerzan la importancia de la evaluación de la flora rizobiana nativa, y enfatizan la necesidad de aumentar la explotación de la fijación biológica de nitrógeno. En este contexto, se evaluaron 6 cepas rizobianas en el cultivar C4A-3, aisladas, de frijol cv. Tejero Criollo y previamente catalogadas como efectivas (JV91, JV94 y JV101) e inefectivas (JV99, JV103, y JV104) en el

cultivar TC9-6. El experimento se llevó a cabo en umbráculo por 45 días, donde además se incluyeron dos tratamientos controles no inoculados.

La suspensión de las cepas individualmente cultivadas se usó para inoculación. De acuerdo con la tipología de la nodulación (número de nódulos, peso total y por nódulo, tamaño y color), los valores de los parámetros de crecimiento (peso seco, altura y número de hojas del vástago) y los estimados de la concentración de nitrógeno y nitrógeno total, las cepas JV91, JV99 y JV101, fueron las más efectivas en la fijación de nitrógeno. El nitrógeno total y la concentración de nitrógeno tuvieron una correlación significativa con peso seco, altura y número de hojas del vástago. Los resultados muestran la existencia de cepas efectivas en los suelos de sabana para este cultivar, y enfatizan la importancia de evaluar las cepas indígenas, antes de proceder a la inoculación con foráneas.

**Mayz. 2011,** En Venezuela, el frijol representa una alternativa a la proteína animal, debido a su alto consumo y valor nutritivo, por ello se ha estimulado la implementación de programas para reactivar la economía de los pequeños y medianos productores, a fin de incrementar su producción y así tener mayor disponibilidad de proteína de alta calidad a bajo costo; de manera que, los estudios encaminados a mejorar su cultivo, son acertados. Se evaluó la efectividad de cepas rizobianas de crecimiento lento (cl) y rápido (cr) en frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivar TC9-6 en varios regímenes de fósforo (0, 20, 40 y 80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), con un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial. Las plantas se cultivaron en 4 kg de suelo de sabana 45 días y las cepas en caldo de levadura y manitol: 5 (cr: JV91) y 10 (cl: JV94) días. La inoculación (2 ml cada vez) fue aplicada a la siembra y 6 días más tarde. La utilización de fósforo (40-80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) incrementó la nodulación (número, peso seco total e individual de nódulos) y favoreció la aparición de nódulos rojos; así mismo, acrecentó el peso de la materia seca, la altura, el número de hojas y la concentración de nitrógeno del vástago. Los valores fueron similares con ambos



tipos de cepas (efectividad similar) y para las dos concentraciones (40-80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), con las menores estimaciones para 0 y 20 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. De acuerdo con los resultados las concentraciones de 40 y 80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> fueron las más favorables para el crecimiento y la nodulación de frijol.

## IMPORTANCIA DEL CULTIVO

Los hechos concernientes al cultivo de leguminosas varían tanto como lo hacen las especies. Con respecto a la alimentación humana, el cultivo de unas pocas especies jugó un importante rol en la historia de la raza humana. En las regiones del actual México en el 4000 A.C. ya se consumía el frijol común como importante fuente de alimento. Arvejas (*Vicia sativa*) y habas (*Vicia faba*) se han encontrado en fosas arqueológicas en el Medio Oriente, que datan del año 6000 A.C. Las migraciones, guerras y el comercio permitieron a algunas especies como el maní (*Arachis hipogea*) soja (*Glycine max*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y haba (*Vicia faba*) diseminarse a numerosas regiones a lo largo del mundo. Sin embargo, excepto para las semillas oleaginosas (soja y maní), las leguminosas han sufrido una recesión muy aguda, particularmente debido a la competencia de los cereales (FAO, 1995).

A escala mundial, las leguminosas aportan, en términos de nutrición humana 22% de proteínas, 32% de grasas y aceites y 7% de carbohidratos. En términos de nutrición animal aportan 38% de proteínas, 16% de lípidos y 5% de carbohidratos. Su producción mundial, con respecto a las leguminosas de grano, exceptuando la soja, sobre un total de 72 millones de hectáreas producen 47 millones de toneladas, con rendimientos de 650 kg. ha<sup>-1</sup> (FAO, 1995). De todas las especies de leguminosas, el frijol común (caraota) (*Phaseolus vulgaris L.*) es la que mayor importancia tiene por su nivel de producción y de consumo que presenta en el mundo. Esta constituye una fuente de alimentación proteica importante y habitual para nuestra población. Este grano contiene alrededor de 20% de proteínas de alta digestibilidad, constituidas por

varios aminoácidos esenciales para el metabolismo humano, entre ellos isoleusina, leusina, fenilalanina, metionina y triptófano. Además, puede considerarse también como un alimento de alto valor energético, ya que contiene de 45 a 70 % de carbohidratos totales. Por otra parte, aporta cantidades importantes de minerales (Quintero, 2000).

Según el autor anterior, el frijol se ha cultivado tradicionalmente en Cuba en pequeñas explotaciones campesinas, lo que se mantiene hasta nuestros días, aunque con la estructura actual de tenencia de la tierra su cultivo se ha extendido a áreas de autoconsumo de organismos estatales de todo tipo. La siembra a escala comercial en granjas especializadas, para venta a la población a través de la red comercial del Estado, es prácticamente nula. El rendimiento promedio en nuestro país es relativamente bajo (0.63 t ha<sup>-1</sup>), comparado con Chile, Perú y Argentina, aunque similar o superior a otros países de la región. Según Rehm y Spig (1991), citado por Quintero (2000) esta especie es una de las más susceptible de las leguminosas a las enfermedades y plagas, siendo atacada fuertemente en los climas húmedos y calientes por varios hongos del complejo suelo-raíz y por varios hongos, bacterias y virus de la parte aérea de la planta.

Este grano, dentro del grupo de las leguminosas, además de ser la más importante para la alimentación humana a nivel mundial, es la de más baja capacidad de nodulación y fijación de N<sub>2</sub> atmosférico, por lo que en varias regiones se recurre a su fertilización nitrogenada (Burdman et al., 2000). Está claro que aumentar la fijación de N<sub>2</sub> por esta leguminosa traería consigo una considerable reducción de insumos en su producción, así como el aumento en sus rendimientos potenciales.

## CARACTERÍSTICAS DE RHIZOBIUM SP.

Según Mayz *et al.* (1998) y Martínez-Viera (1986), las especies del género *Rhizobium* son quimiorganotróficas y crecen mejor sobre medios complejos de 25 a 30°C, todas las cepas utilizan glucosa, galactosa, fructosa, tiamina y pentatenato de calcio. El hierro (Fe) es necesario para la síntesis de hemoproteína, este elemento es un constituyente de la leghemoglobina, se encuentra presente en la Fe-proteína y en la Mo-Fe proteína, componentes de la nitrogenasa, así como en la ferridoxina bacteriana. A pesar de que las cantidades de este elemento necesarias para el funcionamiento eficiente de los nódulos son altas, constituye normalmente, en cantidades absolutas, una pequeña fracción del total asimilable por las plantas, por ello, cuando en las leguminosas se observan síntomas de deficiencias de Fe, podemos estar seguros de que la simbiosis no se está efectuando y se debe agregar rápidamente el elemento. La escasez de cationes divalentes (Ca y Mg) conduce a pérdidas marcadas de viabilidad. La necesidad de trazas de Co en la síntesis y funcionamiento de la vitamina B12 se ha considerado como una interacción que proviene de la toxicidad del Ni o Cu. La deficiencia de cinc (Zn) tiene un efecto adverso sobre la nodulación y se observa, sobre todo, cuando hay altos niveles de fósforo.

Citado por estos autores, cuando falta molibdeno (Mo) se forman más nódulos, pero son menos eficientes y su estructura se asemeja a la de los nódulos inactivos, la dificultad para la asimilación de Mo parece ser una de las principales limitaciones en la fijación del N<sub>2</sub> por el frijol, especialmente en los suelos ácidos se ha demostrado que, cuando se suministra a estos Mo y Ca, el frijol es capaz de obtener todo el nitrógeno necesario para producir 3000 kg. ha<sup>-1</sup> de grano.

Uno de los factores más importantes en el éxito ecológico de las plantas de la familia Fabaceae es su capacidad para interaccionar con bacterias del suelo pertenecientes a los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*. En esta asociación, la bacteria induce en la planta el desarrollo de un nuevo órgano, el nódulo. Dentro de

este se crea el ambiente necesario para la fijación de  $N_2$  atmosférico por la bacteria que hace a la planta independiente del nitrógeno del suelo. La formación del nódulo implica un reconocimiento específico entre los componentes procarióticos y eucarióticos de la asociación, la invasión de la célula de la planta por las bacterias y otros muchos cambios en la estructura bioquímica de ambos organismos. El análisis genético de la bacteria ha permitido identificar más de 30 genes, cuya función es necesaria para el desarrollo de un nódulo fijador de  $N_2$  y que no se necesitan para el crecimiento vegetativo de la bacteria (González y Lluch, 1992).

Según Aranda et al. (2000 b), la selección de cepas bacterianas con efecto aditivo se encuentra entre las tendencias actuales de la biotecnología agrícola. En respuesta a las bajas concentraciones de ión férrico en el medio, muchos microorganismos producen y secretan sideróforos. Aranda et al. (2000 c) plantean que los producidos por rizobios constituyen una opción factible para el control de agentes patógenos de los cultivos hospederos. Estos compuestos no son más que metabolitos secundarios que aparecen en la fase estacionaria del crecimiento bacteriano, los cuales desempeñan un papel determinante en el biocontrol de patógenos fungosos de la rizosfera. Estos sideróforos suprimen enfermedades fungosas por acoplamiento del hierro, convirtiéndose en factor limitante para el crecimiento del patógeno. Aranda et al. (2000 a) realizaron un estudio en la provincia de Holguín con el objetivo de aislar y caracterizar cepas de rizobios de diferentes agroecosistemas y seleccionar aquellas con mejores potencialidades en cuanto a la producción de sideróforos. Los resultados demostraron que todas las cepas seleccionadas y caracterizadas tenían capacidad para la biosíntesis de este metabolito. Se seleccionó la mejor cepa por especie de cultivo para la evaluación del efecto antagónico ante la cepa de *Rhizoctoniasolani*, comprobándose la actividad antagónica de las cepas estudiadas ante el crecimiento e infección del hongo fitopatógeno.



## **IMPACTO AMBIENTAL DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.**

El uso de nitrógeno sintético en los últimos 40 años ha aumentado de 3.5 millones a 80 millones de toneladas, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, incrementándose sus costos de producción a más de \$ 20 billones USD anualmente (Hardy, 1993, citado en Anónimo, 2001 a). En este periodo, el ciclo global del  $N_2$  se ha visto afectado por el incremento irracional de la fijación de  $N_2$  mediante procesos industriales, es decir, mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados; pero su impacto ambiental aún está por calcularse.

La contribución de la fijación de  $N_2$  al ciclo global de este elemento no ha cambiado en los últimos años, teniendo un balance aproximado con el proceso de desnitrificación, el cual convierte el nitrógeno combinado en  $N_2$  atmosférico. En la actualidad la fijación no ocurre eficientemente debido a que es inhibida por la presencia de nitrógeno mineral en el medio (Vitouseck y Matson, 1993, citado en Anónimo, 2001 a). Según estos autores, alrededor del 50% de los fertilizantes nitrogenados aplicados a los cultivos es absorbido por las plantas, el otro 50% o más es almacenado en el suelo para la nutrición de los cultivos subsiguientes; pero una gran parte de este es transformado en  $N_2$  atmosférico mediante los procesos de desnitrificación de los microorganismos y otra gran parte es lixiviado a capas inferiores donde contaminan las aguas subterráneas y el manto freático en forma de nitratos ( $NO_3$ ). En Iowa el incremento del contenido de  $NO_3$  en aguas subterráneas desde 1950 a 1980 ha sido paralelo al incremento del uso de fertilizantes nitrogenados.

El óxido nitroso ( $N_2O$ ) es otro gran factor contaminante producto al excesivo uso de fertilizantes nitrogenados, este conjuntamente con el  $CO_2$ , metano ( $CH_4$ ) y los clorofluorcarbonos es un gas invernadero causante en gran medida del calentamiento

global. La energía reflectiva por mole del  $N_2O$  es alrededor de 180 veces la de  $CO_2$ , lo que lo convierte en un potente gas invernáculo. El  $N_2O$  troposférico ha aumentado potencialmente en la década del 80, conjuntamente con el incremento sustancial de la aplicación de fertilizantes sintéticos. Por otro lado la desnitrificación del  $NO_3$  produce cerca del 90 % de  $N_2$  y 10 % de  $N_2O$ , al aumentar la cantidad de nitrógeno en el suelo producto de su uso indiscriminado, aumenta este proceso de desnitrificación y por consiguiente los niveles de toxicidad en la atmósfera. Hoy día la cantidad global de este compuesto se encuentra fuera de balance, excediendo de un 30–40 %, su concentración en la atmósfera también se incrementa 0.25 % por año (Vitouseck y Matson, 1993, citado en Anónimo, 2001 a). Esto demuestra que la producción de fertilizantes nitrogenados no solamente interviene en el agotamiento de la energía natural y el combustible fósil, sino también genera grandes cantidades de  $CO_2$  en su producción y contribuye sustancialmente al calentamiento global potencial.

En los próximos 50 años será necesario un incremento sin precedentes en la producción agrícola para satisfacer los niveles de insumos calóricos y proteicos para el abastecimiento a la gran población mundial; pero también es imperativo la búsqueda de nuevos métodos de producción agrónomicamente y ecológicamente sustentables para proteger el entorno que soportará tal explosión demográfica (Anónimo, 2001 a).

### **FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE $N_2$ ATMOSFÉRICO.**

Dentro de los métodos biológicos de fijación del  $N_2$  atmosférico también se encuentran las bacterias capaces de realizar este proceso en simbiosis con formas superiores de vida, específicamente el género *Rhizobium*, las cuales establecen relaciones simbióticas con plantas pertenecientes a la familia Fabaceae (Bauer, 2001).

Burdman et al. (1998), plantean que entre los distintos sistemas biológicos que son capaces de fijar  $N_2$  atmosférico, la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa contribuye con la mayor cantidad de nitrógeno al ecosistema y a la producción de alimentos. Aunque hay diversas asociaciones que realizan el proceso de fijación biológica del  $N_2$ , en la mayoría de lugares agrícolas la fuente primaria (80%) del  $N_2$  fijado biológicamente ocurre a través de dicha simbiosis (Anónimo, 2001 b). Se estima que esta puede oscilar entre 200 y 250 kg. N ha<sup>-1</sup> año (FAO, 1995), dependiendo del nivel de fijación de la especie, del cultivo, suplemento de agua, inoculación, condiciones del suelo y la fertilidad. Se calcula que la fijación de este por las plantas leguminosas alcanza el 20% de la cantidad total fijada anualmente sobre el planeta. Esta a su vez constituye la asociación más elaborada y eficiente entre plantas y microorganismos, por esta razón ha sido la más estudiada hasta el momento.

### **PROCESOS DE FIJACIÓN DE $N_2$ ATMOSFÉRICO.**

Los procesos de fijación del  $N_2$  atmosférico, es decir, obligarlo a reaccionar con otros elementos para formar un compuesto químico que lo contenga puede lograrse mediante métodos químicos y métodos biológicos. Mayea et al. (1998) señala que los métodos químicos se basan en descargas eléctricas, donde se forma óxido nítrico el cual al reaccionar con el agua de lluvia origina ácido nítrico. Este ácido reacciona con el amoníaco ( $NH_3$ ) del aire para producir nitrato de amonio ( $NO_3NH_4$ ) y de esta forma mediante las precipitaciones llega al suelo una modesta cantidad de nitrógeno. Se estima que este proceso puede fijar alrededor de 10 millones de toneladas métricas de  $N_2$  por año (Hardy, 1993, citado en Anónimo, 2001 a).

Los métodos biológicos de fijación de  $N_2$ , dependen básicamente de la capacidad de algunos microorganismos de convertir el  $N_2$  atmosférico en formas asimilables para las plantas ( $NH_4^+$ ) mediante la acción del complejo enzimático nitrogenasa (Mayea et al., 1998). Según estos autores, ciertas bacterias y algunas

especies de algas verdeazules (Cianobacterias) que se desarrollan independientemente tienen la habilidad de fijar el  $N_2$  atmosférico en sus células, dando como producto final de la fijación proteínas. Estos sistemas, ya sean de vida libre, como en simbiosis con formas superiores de vida incorporan aproximadamente 170 millones de toneladas de nitrógeno anualmente al ecosistema (González y Lluch, 1992), y es probable que esta cantidad no haya cambiado sustancialmente en los últimos años.

### **FACTORES QUE AFECTAN LA NODULACIÓN Y LA FIJACIÓN DE $N_2$ EN LAS LEGUMINOSAS.**

Caba et al. (2001) señalan que los nódulos radicales de las leguminosas son estructuras complejas, como ponen de manifiesto los estudios histológicos y fisiológicos, cuyo desarrollo y funcionamiento están regulados principalmente por la planta, la cual controla el número de nódulos mediante un mecanismo endógeno de retroinhibición o inhibición "feedback" y que se ha llamado de autorregulación. Básicamente consiste en que, iniciado un número crítico de primordios nodulares se bloquea la división celular en el córtex radical inhibiéndose el desarrollo de nuevos nódulos. La nodulación también está controlada por factores externos entre los que el nitrato del suelo resulta de especial significación.

La inhibición de la nodulación por el nitrato, una vieja cuestión en el campo de la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa, no es un efecto nutricional como en un tiempo se pensó, sino más complejo, implicando estadios tempranos en la ontogenia del nódulo de forma similar a la respuesta de autorregulación pero al contrario que ésta, se trata de un efecto localizado y no sistémico.

Mediante injertos entre plantas de diferentes genotipos, mutantes y parentales, se ha demostrado que la señal autorreguladora procede de la parte aérea (SDI, shootderivedinhibitor). No obstante, los experimentos de escisión de nódulos han



revelado un mecanismo de control adicional más tardío en el que los nódulos maduros suprimen el desarrollo de los estadios tempranos. Aunque se ha especulado con el ácido abscísico, como molécula candidata a la señal autorreguladora, lo cierto es que ésta permanece aún por identificar. Recientes revisiones sobre nodulación dan esquemas e hipótesis para conectar las fitohormonas con la morfogénesis de los nódulos.

En los nódulos radicales de diversas leguminosas se pueden detectar cuatro tipos de hormonas vegetales, auxinas, citoquininas, giberelinas y ácido abscísico todas ellas a concentraciones superiores a las existentes en las raíces vecinas. Los rizobios producen auxinas, citoquininas y giberelinas si bien no se conoce la medida en la que éstas contribuyen al balance hormonal del nódulo y por otra parte no parece que su papel en la nodulación sea muy significativo ya que mutaciones en la producción de auxinas, por ejemplo, no afectan la nodulación. Suministradas exógenamente, las fitohormonas pueden inhibir la formación de los nódulos, por lo que un posible papel inhibitor para estos reguladores podría estar en la autorregulación de la nodulación.

Otra evidencia en favor de la implicación de las fitohormonas en la organogénesis de los nódulos es el hecho de que determinadas fitohormonas o bien compuestos que bloquean el transporte, inducen la formación de estructuras parecidas a nódulos (nódulos vacíos o pseudonódulos). Inhibidores del transporte polar de las auxinas, como el ácido naftil-ftalámico (NPA), inducen la formación de pseudonódulos en las raíces de diferentes leguminosas y estas estructuras expresan diferentes nodulinas tempranas, ENOD2, ENOD12, ENOD40, etc.

También se ha observado que la aplicación de citoquininas a la raíz activa la división celular en el córtex radical en varias especies y que mutantes de *Rhizobium meliloti* portadores de gen *tzs* de *Agrobacterium tumefaciens*, que excretan



citoquininas, inducen la formación de nódulos vacíos que expresan ENOD2 en raíces de alfalfa. No obstante, la expresión de nodulinas tempranas puede no requerir la formación de estructuras nodulares como sugieren la inducción de ENOD2, en raíces de *Sesbania*, y de ENOD12 y ENOD40, en alfalfa por aplicación de bencil adenina (Cooper y Long, 1994, citado por Caba et al., 2001).

El funcionamiento de la planta hospedadora y el endófito puede describirse, en términos generales, como un intercambio de carbono, suministrado por la planta y el nitrógeno, suministrado por los bacteriodes formados en el tejido nodular. Adicionalmente, la estructura nodular que se forma en las raíces, provee una adecuada regulación del flujo de oxígeno. El proceso de fijación simbiótica de N<sub>2</sub> resulta particularmente sensible a circunstancias ambientales adversas (Arrese et al., 1999).

Según estos autores, el descenso de la fijación se relaciona originalmente con una limitación de aporte de fotoasimilados a los nódulos. Sin embargo, se ha demostrado que el descenso de la actividad fijadora precede a efectos detectables sobre la fotosíntesis. Durante los últimos 15 años, la limitación de la actividad fijadora se ha relacionado con variaciones en la resistencia de la difusión de oxígeno en los nódulos; una menor disponibilidad de este elemento tendría como consecuencia una limitación en la capacidad de generar ATP por parte de los bacteriodes, que serían incapaces de mantener la actividad nitrogenasa. La existencia de una capacidad, por parte de los nódulos, de regular el intercambio gaseoso, a través de la llamada barrera de difusión de oxígeno, ha contribuido al fortalecimiento de dicha hipótesis. Sin embargo, se ha demostrado recientemente que el incremento del oxígeno en la rizosfera no es capaz de restaurar completamente la actividad fijadora inhibida por causas ambientales. La capacidad metabólica de los nódulos puede ser modificada debido a descensos en la actividad sacarosa sintasa, lo que conduce a una acumulación de sacarosa y una falta de sustratos respirables para los

bacteroides. Como consecuencia de esta situación, los nódulos restringirían el flujo de oxígeno para evitar la inhibición irreversible de la nitrogenasa.

Luque et al. (1999) plantean que la nodulación de las leguminosas es un proceso regulado por factores internos (autorregulación) y externos (fundamentalmente nitratos) y se ha sugerido la existencia de algún componente común compartido por ambos tipos de regulación de la nodulación. Experimentos realizados por estos autores, apoyan al etileno endógeno como posible candidato mediador en el control de la formación de nódulos y en la inhibición por nitratos. En este trabajo se estudió la distribución de la nodulación en raíces de soja (*Glycinemax*) cv Bragg y su posible relación con la biosíntesis de etileno (producción de etileno y contenido de ACC, precursor inmediato de la fitohormona en tejidos vegetales) en distintas zonas de las raíces de las plantas. Los resultados obtenidos demuestran la hipótesis anteriormente planteada. Las tasas de producción de etileno de las distintas fracciones fueron sin embargo superiores a las encontradas en raíces intactas y no se correlacionaron con los nódulos que se formaron en cada caso.

En cuanto al contenido de ACC, las diferencias entre fracciones y raíces intactas fueron menores que para las tasas de producción de etileno. Además, el contenido de ACC se correlacionó mejor con la nodulación en cada fracción y fue significativamente mayor en las fracciones de raíces inoculadas, especialmente a 48 h tras la inoculación. Estos resultados coinciden con los apuntados por Caba et al. (2001), los que señalan que el etileno exógeno es un potente inhibidor de la nodulación pero la raíz inoculada y sobre todo los nódulos, producen significativamente más etileno que la raíz no inoculada, siendo ese etileno de origen vegetal.

El nitrato del suelo, por un mecanismo aún desconocido, es un efectivo inhibidor de la nodulación de las leguminosas. Paradójicamente el nitrato, un

nutriente y no un estrés, incrementó significativamente la producción de etileno en raíces de alfalfa (*Medicago sativa*) inoculadas encontrándose una relación inversa entre las tasas de liberación de etileno y la nodulación que se desarrolló sobre esas raíces sugiriendo que el efecto inhibitor del nitrato podría estar mediado por el etileno. Esta hipótesis resultó fuertemente apoyada cuando al tratar plantas de alfalfa, inoculadas en presencia de nitrato, con aminoetoxivinilglicina (AVG), inhibidor específico de la biosíntesis de etileno, la liberación de etileno descendió en un 80-90% y la inhibición de la nodulación fue revertida. Adicionalmente, en este estudio, se puso de manifiesto que, en condiciones de no inhibición, el tratamiento con AVG también incrementó el número de nódulos confirmando anteriores resultados para la misma y otras especies e indicando un papel inhibitor del etileno endógeno en la nodulación. Finalmente, la incapacidad de ciertos mutantes Exo de *Rhizobiumleguminosarum* para nodular *Vicia sativas spnigra*, ha sido atribuida al etileno producido por la raíz en respuesta a la inoculación (Caba et al., 2001).

Así mismo, Caba et al. (1999) plantean que la producción de etileno se incrementa significativamente en las raíces de leguminosas inoculadas, así como también la aplicación de etileno exógeno inhibe la nodulación, y el tratamiento con inhibidores de la formación o la percepción del etileno favorece la formación de nódulos radicales. Según estos autores un estudio sobre el efecto del etileno exógeno aplicado en diferentes situaciones sobre la nodulación del mutante de soja nts 382 y el parental Bragg en condiciones controladas, tratadas con etileno en forma de ACC, demostraron que el efecto inhibitor del etileno se ejerce en un estadio temprano del desarrollo del nódulo y que los meristemas que progresan crecen y se desarrollan más rápidamente, dando nódulos con una mayor masa. La inhibición de la nodulación en las diferentes situaciones estudiadas fue siempre considerablemente mayor en el parental Bragg respecto al mutante nts, sugiriendo una mayor sensibilidad al etileno en este último. A nivel de planta entera, sin embargo, no se encontraron diferencias

significativas apreciables en la capacidad para responder al etileno entre ambos genotipos.

### **APLICACIÓN PRÁCTICA DE *RHIZOBIUM SP* EN CULTIVOS DE FRIJOL COMÚN (*Vigna unguiculata*).**

Martínez-Viera (1986), reporta que la respuesta a la inoculación del frijol en condiciones de campo es variable, y son frecuentes las respuestas negativas. En trabajos realizados se han obtenido aumento en los rendimientos hasta de 98.6 % con tres cepas de seis probadas. El crecimiento de las plantas fue similar al de lotes que recibieron 50 t de N ha<sup>-1</sup>, mientras los lotes no inoculados mostraron síntomas claros de deficiencia. En lo que respecta a la fijación, se han reportado cantidades de reducción del acetileno en las plantas hasta de 30 mol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> h<sup>-1</sup> considerándose comunes en las simbiosis efectivas cantidades superiores a 20 mole. A pesar de estos resultados que indican una elevada efectividad de la simbiosis se han reportado notables porcentajes de plantas noduladas sin inoculación en distintas regiones, tales como en el Medio Oeste de Estados Unidos, al igual que en Río Grande do Sul y Sao Paulo (Brasil), principalmente en cultivos comerciales de frijol (*Vigna unguiculata*). En Cuba el porcentaje de plantas no inoculadas con nódulos ha oscilado entre 15 y 25 %. Esta nodulación natural no significa efectividad en la fijación, como lo indica el hecho de que en una evaluación de 85 cepas aisladas de nódulos formados naturalmente en plantas de frijol, solo 14 % fueron eficientes, 69 % moderadamente eficientes y 17 % ineficientes.

Según González y Lluch (1992), con la aplicación de Rhizobium en suelos con bajo contenido de nitrógeno se puede aumentar los rendimientos de plantas leguminosas. Sin embargo, los inoculantes para leguminosas no se ha demostrado que sean efectivos en suelos con razas autóctonas, una limitación de este sistema es la competición. Inóculos preparados con razas muy efectivas en la fijación de N<sub>2</sub> se ha



visto que son incapaces de formar una proporción significativa de nódulos en situación de campo por la competición con las cepas autóctonas.

Arcocha et al. (1994) señala que la respuesta del cultivo del frijol a la inoculación con cepas comerciales de *Rhizobium* ha sido inconsistente, por lo cual se hace necesaria la evaluación de nuevas cepas, además de evaluar el efecto de la fertilización inorgánica con fósforo (P) sobre estas. En estudios realizados sobre la inoculación de cepas de *Rhizobium* contra fertilización química en frijol ejotero, demostraron que al evaluar 7 cepas experimentales de biofertilizantes mexicanos y una comercial (Nitrobiol) bajo una dosis constante de P (40 kg. ha<sup>-1</sup>), incluyendo 3 tratamientos adicionales resultantes de la combinación de 60 kg. ha<sup>-1</sup> de N y 40 kg. ha<sup>-1</sup> de P, más un testigo, obtuvieron una respuesta positiva con el uso de este biofertilizante. Las variables medidas fueron: rendimiento de ejotes, peso de nódulos, número de nódulos, peso del follaje y peso de la raíz. Los rendimientos obtenidos con la cepa más sobresaliente (FM 110 + P) fueron similares a los obtenidos con el tratamiento de fertilizante químico (60-40-00). Sin embargo, las utilidades fueron ligeramente mayores con las cepas de *Rhizobium*. El efecto de las cepas analizadas se reflejó en un incremento de 2460 kg. ha<sup>-1</sup> de ejotes en relación con los tratamientos de fertilizantes 00-40-00 y 00-00-00, y un incremento de 4478 kg. ha<sup>-1</sup> de ejotes en relación al tratamiento 60-00-00.

Producto de la baja capacidad de formación de nódulos radicales y la escasa fijación de N<sub>2</sub> del frijol común, es que se recurre normalmente en países desarrollados y otros a la fertilización mineral de este. Montes (1999) señala que los fallos en la nodulación de este cultivo se deben con cierta frecuencia al alto nivel de nitrógeno residual procedente de cultivos anteriores, lo que actúa inhibiendo la formación de los nódulos. Sin embargo, los efectos resultantes de la absorción de nitratos sobre la disponibilidad de otros nutrientes no han sido valorados, habiéndose



detectado deficiencias foliares de algunos nutrientes (P, B, Zn, etc.), en particular, en cultivos fertilizados con nitrógeno mineral.

La absorción de nitratos lleva aparejado un aumento del pH rizosférico que puede reducir la disponibilidad de algunos nutrientes como el P. Las condiciones de baja disponibilidad de este último reducen la fijación de  $N_2$  por efectos específicos en la iniciación y crecimiento del nódulo y la actividad nitrogenasa, así como también reduce la absorción y transporte de nitratos desde las raíces a la parte aérea de la planta.

Este autor llevó a cabo un trabajo con el objetivo de evaluar la respuesta del frijol común cv. Canellini a la inoculación con *Rhizobium*spp. en condiciones de distinta disponibilidad de P y N, además de dilucidar algunos aspectos de la compleja interacción entre P y N, y algunos de los posibles factores limitantes a la fijación simbiótica de  $N_2$  en este cultivo. El efecto sobre la fijación simbiótica se estudió considerando número y tamaño de nódulos y el transporte de ureidos en savia. También se evaluó la capacidad de asimilación de  $NO_3$  del sistema radical a través de los cambios en la concentración de aminoácidos y  $NO_3$  en savia. Los resultados arrojaron una respuesta poco significativa de la biomasa aérea y radical al incremento de P en solución, a pesar de determinarse concentraciones indicativas de deficiencia foliar de P. Con baja concentración de  $NO_3$  (1 mM), el incremento de P (de 0.01 a 2 mM) mejoró la nodulación y se produjo un aumento de la concentración de ureidos y aminoácidos en savia. Es de destacar la elevada concentración de  $NO_3$  detectada en savia de plantas cultivadas con 0.01 mM de P y 1 mM de N, debida posiblemente, a una menor capacidad de asimilación de  $NO_3$  en las raíces. Cuando la concentración de  $NO_3$  era elevada (10 mM), los mismos incrementos de P no mejoraron la nodulación del frijol. En plantas bien noduladas (en presencia de 1 mM de  $NO_3$ ) el principal aminoácido exportado por el xilema era glutamina, y en menor cuantía aspartato y asparagina

El aumento del P incrementó de modo notable la concentración de glutamina, que, junto con los ureidos, constituyen las principales formas de nitrógeno orgánico transportadas en condiciones de activa fijación simbiótica de N<sub>2</sub>. En plantas escasamente noduladas (en presencia de 10 mM de NO<sub>3</sub>), el aumento del P incrementó la concentración de asparagina en savia del xilema, al tiempo que reducía la concentración de NO<sub>3</sub>.

Resultados similares son los obtenidos por Huerta et al. (2001), los cuales al comparar el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar. phaseoli y la fertilización nitrogenada, en la producción de biomasa, rendimiento y sus componentes en 38 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), encontraron que en la mayoría de los genotipos se observó mayor peso individual de semilla y número de granos por vaina con la inoculación; en contraste, la fertilización nitrogenada favoreció una mayor producción de vainas por planta y número de granos por planta, y por ende mayor rendimiento de grano y biomasa. No obstante, hubo algunos genotipos que rindieron igual al ser inoculados que al ser fertilizados.

Hernández et al. (2000) al evaluar 200 cepas de *Rhizobium*, 2000 genotipos de frijol común y 4 fertilizantes fosfóricos preparados a partir de roca fosfórica nacional, en diferentes periodos y diseños experimentales según correspondiera la etapa de trabajo, obtuvieron dos cepas de *Rhizobium* (6bIII y 12bIII), dos genotipos de frijol común contrastantes en términos de eficiencia a la fijación simbiótica del nitrógeno y a la tolerancia al virus del Mosaico Dorado del frijol (BAT 477 y DOR 364) y un fertilizante fosfórico (PSP-50). Los tres insumos, cepas, genotipos y fertilizantes, forman parte de una tecnología integral para la producción de frijol común, la cual permite ahorrar como promedio 118 kg. N ha<sup>-1</sup>, genotipos de frijol común tolerantes al virus del Mosaico Dorado del frijol e incrementos en los rendimientos en un 15% respecto a los rendimientos promedio tradicionales y un fertilizante fosfórico que aumenta la eficiencia de uso entre un 3 y 7%.

La aplicación de inoculantes en suelos salinos ha sido objeto de estudio de varios investigadores. López y González (2000) reportan que del total de suelos de nuestro país más de 1 millón hectáreas están afectadas por la salinidad, siendo el Valle del Cauto el área más significativamente afectada por esta problemática. Estos autores realizaron un trabajo en esta zona, con el objetivo de aislar y determinar la tolerancia a la salinidad de cepas de *Rhizobium* en 12 leguminosas. Los resultados demostraron una fuente importante de genes en lo referente a la tolerancia a la salinidad en cepas de *Rhizobium*, además de construir un paso de avance en la conservación de la biodiversidad de cepas de *Rhizobium* nativas de un área bajo stress salino.

Abdelkhalek et al. (1999), señalan que la disponibilidad de mutantes de *Rhizobium* tolerantes a la salinidad son importante para dilucidar los mecanismos de tolerancia y su relación con la eficiencia de la fijación de nitrógeno. Estos autores realizaron un trabajo donde obtuvieron cepas tolerantes a la sal, isogénicas de la cepa de *R. etli* CFN42, cepa muy sensible a concentraciones bajas de cloruro sódico, y se comparó su eficiencia fijadora de N<sub>2</sub> en simbiosis con *Phaseolus vulgaris*. Se inocularon plantas de frijol común con la cepa silvestre CFN42 o sus mutantes CFNH1, CFNH5 y CFNH6, y se estudió el efecto de la aplicación de diversas dosis de NaCl a 0, 25 y 50 mM desde el inicio del cultivo, para evaluar el efecto sobre el crecimiento de la planta y la fijación simbiótica de N<sub>2</sub>. Los parámetros determinados como peso seco de parte aérea (PSPA), peso seco de raíz (PSR) peso seco por planta (PSP), relación raíz parte aérea (RPA), peso seco de nódulos (PSN), peso normalizado por nódulos (PNN), actividad reductora de acetileno (ARA) y actividad reductora de acetileno por planta (ARAP), pusieron en evidencia una mejora en el crecimiento y en la fijación de N<sub>2</sub> en las plantas inoculadas con las cepas mutantes en comparación con las inoculadas con la cepa silvestre, tanto en ausencia de sal como en presencia de concentraciones intermedias de cloruro sódico. Los resultados globales indican una relación directa entre la tolerancia a la sal de la bacteria y la

eficiencia fijadora de  $N_2$  y el crecimiento de *P. vulgaris* en condiciones de salinidad, y ponen de manifiesto la importancia del microsimbionte en la tolerancia de la planta al estrés salino.

## **SUELO Y SU CARACTERIZACIÓN.**

### **Suelo**

Es la capa superficial de la corteza terrestre en la que viven numerosos organismos y crece la vegetación. Es una estructura de vital importancia para el desarrollo de la vida, sirve como soporte para las plantas y le proporciona los elementos nutritivos necesarios para subdesarrollo (Salinas, 1980).

La gran mayoría de los suelos del trópico americano presentan un complejo de baja fertilidad, el cual identifica una deficiencia general de varios macros y microelementos, toxicidad por aluminio y manganeso, y alta retención de fósforo (Salinas, 1980).

Las deficiencias físicas más serias de los suelos del trópico son: baja capacidad de retención de agua, susceptibles a erosión, compactación (Sánchez, 1980).

Una visión panorámica del mapa de Venezuela indica que alrededor del 70% de su área total corresponden a suelos con reacción acidas. Una gran parte de esta área, alrededor de 51,64 millones de hectáreas (58% del total del área del país), corresponden a suelos Oxisoles y Ultisoles (Sánchez, 1980)

En el Estado Monagas se ha reportado a la acidez y deficiencias de nutrimentos que presentan los suelos de sabana como parte de los obstáculos que no han permitido la explotación satisfactoria del cultivo de leguminosas (Granados, 1984)



La acidificación de los suelos resulta de la disminución de la capacidad neutralizante de acidez del suelo (CNAS), como consecuencia de una transferencia irreversible en un sistema abierto de protones desde la fase líquida hacia la fase sólida, que actúa como sumidero. El grado y la causa de la acidificación varía de una condición de suelo a otra (Zapata, 2004).

La acidez del suelo se ha considerado como un factor que influye el crecimiento de las plantas, los efectos adversos pueden ser algunos de los siguientes componentes: bajo pH, deficiencia de fósforo, calcio y molibdeno e incrementa la aprovechabilidad de tales elementos como manganeso y aluminio como al punto de toxicidad (Hewitt, 1945)

El aluminio tiene efectos en varias etapas de la simbiosis, en varios ensayos inhibió la elongación, y la formación de pelos absorbentes a un pH= 4,3 y la formación de nódulos fue inhibida a un pH= 5,0. Por lo que hay que aplicar cal a los suelos que tengan un pH= menor de 5,5. tres meses antes de sembrar o montar ensayos de esta naturaleza (Howieson, 1986)

Según Molina (1988). Uno de los aspectos más importantes de considerar en la determinación de la eficiencia agronómica de un material de encalado es su calidad, la cual está fundamentada en los siguientes factores: Pureza Química y Poder Neutralizante, Forma Química, Tamaño de Partícula y Poder de Neutralización Total.

Los principales factores que se deben considerar para encalar un suelo son: propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, tipo de cultivo, método y época de aplicación, condiciones climáticas, especialmente precipitación y temperatura, así como también la composición molecular, tamaño de las partículas del material calizo utilizado (Sánchez 1977).



El encalado de los suelos ácidos, incrementa la nodulación y el contenido de nitrógeno en trébol subterráneo, la aplicación de cal y molibdeno aumenta la concentración de nitrógeno, la inoculación y la aplicación de cal incrementan las poblaciones de *Rhizobium trifolii*. (Silva,1973)

En los suelos ácidos tropicales el nitrógeno se constituye en una limitante seria para la nutrición de los cultivos. Esto se debe a que el déficit de materia orgánica, alta porosidad y el ambiente climático de altas temperaturas y precipitación, determinan en estos suelos una capacidad natural deficiente de suministro de nitrógeno, en consecuencia, las demandas son superiores a las demandas nutricionales.

En los suelos de sabana de los llanos Orientales Venezolanos, presentan gran potencialidad para el cultivo de Leguminosas, pero no se ha generado totalmente la tecnología acorde con las condiciones de la región que garantice su éxito a nivel comercial. Uno de los principales componentes de esta tecnología es la fertilización, en especial la determinación de niveles óptimos de nitrógeno (Silva,1973)

En los llanos Orientales del Estado Monagas, las inoculaciones preliminares de inoculantes comerciales en soya, permiten afirmar el efecto beneficioso del *Bradyrhizobium* en la nutrición nitrogenada de este cultivo. Las investigaciones permiten estimar la posibilidad de reducir en más de un 50% las necesidades de fertilizantes nitrogenados (Alberro, 1981)

Los efectos de la fertilización nitrogenada sobre la nodulación y la fijación de nitrógeno por leguminosas son complejos, y varían con la forma y concentración del fertilizante, la especie, las cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, las condiciones ambientales y el nivel de nitrógeno aprovechable por el suelo (Alberro, 1981)

Existe evidencia que, en los cultivos de leguminosas, aun en el caso de aquellas plantas que están inoculadas y tengan una fijación de nitrógeno eficiente, se hace necesario una determinada cantidad de fertilizante nitrogenado a fin de darle el impulso inicial a una producción rentable. Esto se debe a que antes del establecimiento de la simbiosis, la planta hospedero tiene necesidad de nitrógeno y aunque la formación de nódulos y la actividad fijadora son fuertemente inhibidas en presencia de altos o moderados niveles de nitrógeno combinados, pequeñas cantidades de fertilizantes nitrogenado, son beneficiosas en los primeros días de desarrollo de las plantas, en los cuales no se han formados los nódulos o todavía no son activos en la fijación de nitrógeno (Alberro, 1981).

## **CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS**

La caracterización de los suelos son todas sus propiedades físicas y químicas que los componen de forma natural o antrópicas; a continuación, se describen:

### **Textura**

Es la cantidad relativa expresada en % de arena, % de limo y % de arcilla contenida en una porción de suelo. Este término se refiere a las diferentes proporciones de separados en la fracción mineral del suelo (Rojas, 2005)

### **Determinación del pH del suelo**

El pH es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Los valores del pH se reducen a medida que la concentración de los iones de hidrógeno incrementan, variando entre un rango de 0 a 14. Los valores por debajo 7.0 son ácidos, valores superiores a 7.0 son alcalinos y/o básicos, mientras que los que rondan 7.0 son denominados neutrales. Por cada unidad de cambio en pH hay

un cambio 10 veces en magnitud en la acidez o alcalinidad ( por ejemplo: un pH 6.0 es diez veces más ácido que uno de pH 7.0, mientras que un pH 5.0 es 100 veces más ácido que el de 7.0). (Rojas, 2005).

### **Conductividad**

Se define como la capacidad que tienen el medio (que por lo general contiene las sales inorgánicas en solución o electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. El agua pura, prácticamente no conduce la corriente, sin embargo el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente, y la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes y de su movilidad. En la mayoría de las soluciones acuosas, entre mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad. (Rojas, 2005)

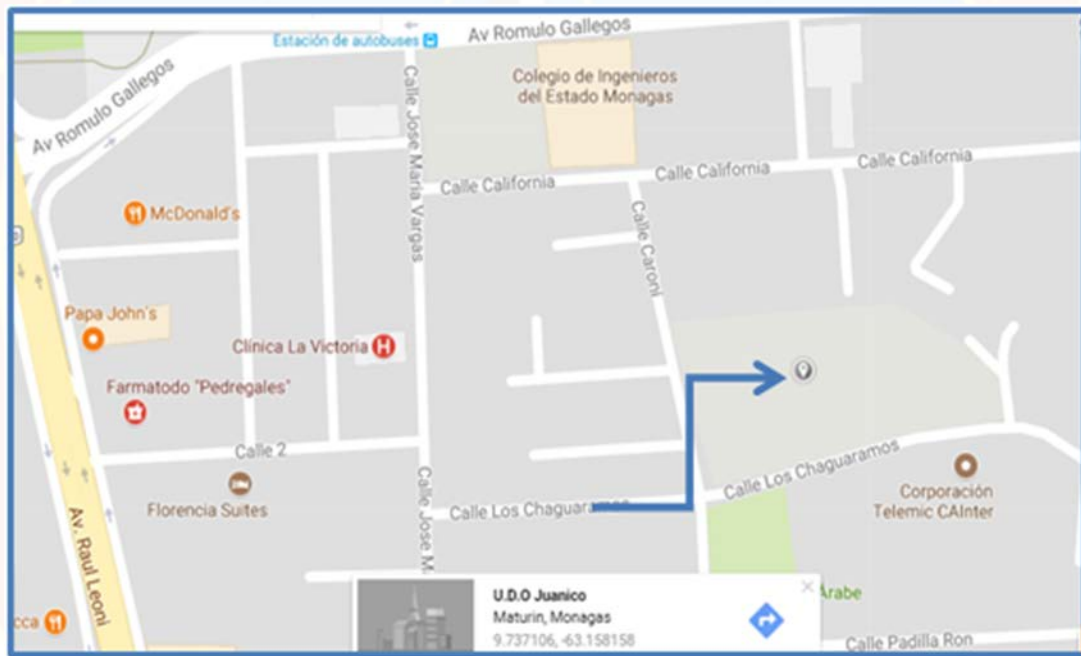
### **Materia orgánica**

Es la fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo. Esta fracción se determina en general en suelos que pasan por un tamiz con malla de 2.0 mm (Rojas, 2005)

## MATERIALES Y METODOS

### UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en ambiente protegido, en el invernadero I del Centro de Postgrado de la Universidad de Oriente, *Campus Juanico*, Maturín, estado Monagas, localizado en las coordenadas geográficas 9.737408 - 63.157573, una altitud promedio de 60 msnm.



**Figura 1. Ubicación del experimento.**

### MATERIALES UTILIZADOS

El material genético utilizado fue: semillas de frijol chino (*Vigna radiata*.), donadas por el profesor Iván Maza.

Se realizó una salida de campo a la localidad de Jusepin municipio Maturín en la cual tomo una muestra de suelo (suelo de sabana y suelos del valle del rio Guarapiche.).

### TRATAMIENTOS Y DESCRIPCIÓN

**T<sub>1</sub>**: suelo de sabana (TESTIGO)

**T<sub>2</sub>**: suelo de sabana con fertilizante químico 30Kg/ha.

**T<sub>3</sub>**: suelo de sabana con fertilizante químico 60Kg/ha.

**T<sub>4</sub>**: suelo de sabana con fertilizante químico 90Kg/ha.

**T<sub>5</sub>**: suelo de sabana con fertilizante orgánico 1 litro/ha.

**T<sub>6</sub>**: suelo de valle (TESTIGO).

**T<sub>7</sub>**: suelo de valle con fertilizante químico 30Kg/ha.

**T<sub>8</sub>**: suelo de valle con fertilizante químico 60Kg/ha.

**T<sub>9</sub>**: suelo de valle con fertilizante químico 90Kg/ha.

**T<sub>10</sub>**: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro/ha.

### PLANO EXPERIMENTAL

BLOQUE 3	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 4
<b>T4</b>	<b>T8</b>	<b>T7</b>	<b>T3</b>
<b>T6</b>	<b>T5</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>T8</b>	<b>T1</b>	<b>T8</b>	<b>T1</b>
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T10</b>	<b>T9</b>
<b>T9</b>	<b>T3</b>	<b>T9</b>	<b>T5</b>
<b>T7</b>	<b>T7</b>	<b>T3</b>	<b>T10</b>
<b>T2</b>	<b>T9</b>	<b>T4</b>	<b>T4</b>
<b>T3</b>	<b>T10</b>	<b>T5</b>	<b>T7</b>
<b>T10</b>	<b>T2</b>	<b>T2</b>	<b>T8</b>
<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T6</b>	<b>T6</b>



## **INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO**

Las plantas se cultivaron en macetas, dispuestas linealmente sobre el concreto del mesón. Los mesones y áreas de establecimiento del ensayo se desinfectaron con una solución de cloro al 10%.

Cada masetta constituía una unidad experimental para un total de 40 unidades experimentales. las cuales fueron dispuestas en el mesón al azar.

Las masetas contaban con 2 kilo gramos de suelo cada una.

## **MANEJOS CULTURALES**

En la siembra se colocaron 5 semillas por maceta a una profundidad de 1cm. Con un riego de una vez al día con la salvedad que a medida que el cultivo fue creciendo se redujo el riego dejando un día entre uno y otro, para evitar enfermedades.

Se fertilizo a la semana después de la germinación con cloruro de potasio (KCl), fosforo elemental (P<sub>4</sub>). Y la dosis de nitrógeno con urea a las unidades experimentales con fertilizante químico y las unidades experimentales con fertilizante orgánico se le aplico Humus líquido.

El control de maleza fue de forma manual para evitar daños al cultivo a la hora de aplicar herbicida.

## PARÁMETROS EVALUADOS

### Parámetros biométricos evaluados

#### Altura de la planta

Para esta variable se tomaron las 5 plantas de las unidades experimentales y se midió la altura de cada una de ellas desde el cuello de la plántula hasta la yema apical con una regla graduada en centímetros. se evaluó a los 20 y 30 días después de la siembra.



Figura 2. Mediciones de altura de la planta.

#### Diámetro (mm) del tallo

Para esta variable se tomaron las 5 planta de las unidades experimentales y se midió el diámetro del tallo de cada una de ellas con un vernier mecánico a nivel del cuello de la planta. se evaluó a los 20 y 30 días después de la siembra.



**Figura 3. Mediciones de diámetro.**

**Numero de hojas.**

De cada unidad experimental, se cuantificó cada una de las hojas contenidas en cada una de las 5 plantas. Haciendo un conteo manual de las hojas verdaderas de cada una, a los 20 y 30 días después de la siembra

**Peso fresco total, aéreo y radical (g).**

Las plantas las seleccionadas de cada unidad experimental fueron pesadas en una balanza analítica (precisión= 0,01 g), de forma total, parte aérea y radical.

**Volumen radical (cm<sup>3</sup>).**

Para esta variable se utilizó un cilindro graduado de 50 ml donde se colocarán las 5 raíces de las plantas de cada unidad experimental, (para esto fue necesario que las raíces estuvieran bien limpias, sin restos de sustrato para así poder disminuir el error experimental). Para evaluar el volumen de las raíces se colocaron las mismas en el cilindro con un volumen de agua conocido y después se registró el volumen de



agua que fue desplazado, pues éste correspondió al volumen radical, de acuerdo a las teorías de desplazamiento de volumen del filósofo italiano Arquímedes (Figura 4).



**Figura 4. Mediciones volumen radical.**

#### **Peso seco total, aéreo y radical (g).**

Una vez determinada la masa fresca las plantas fueron llevadas a estufa a 60 °C por 72 horas. Después de retiradas de la estufa, fueron pesadas en la balanza analítica, obteniéndose la masa seca total, parte aérea y radical.



**Figura 5. Mediciones de peso seco.**



## **PARÁMETROS DE NODULACIÓN**

### **Nódulos totales**

De cada unidad experimental, se cuantificó cada uno de los nódulos contenidos en cada una de las raíces de las 5 plantas. Haciendo un conteo manual de los nódulos indiferentemente el color que tengan cada una.

### **Nódulos no efectivo o blanco**

Para poder determinar el número de nódulos no efectivo se necesitó una lupa para observar los nódulos de color blancos.

### **Nódulos efectivo o rojos**

Con la ayuda de una lupa se pudo contar el número de nódulos de acuerdo al color q presentara.

## **DETERMINACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICA-QUÍMICA DEL SUELO**

### **Conductividad Eléctrica por el método del Conductímetro**

### **El pH del suelo por el método del potenciómetro**

Se pesó 10 gr de cada suelo, se le añadieron 10 ml de agua destilada a cada uno, agitándolo por un minuto. Para posteriormente evaluar con el conductímetro CE y Potenciómetro pH.



**Figura 6: A. Potenciómetro evaluación pH; B. Conductímetro evaluación CE**

### **Materia Orgánica, método Walkley and Blanck, (Colorímetro)**

Se pesaron 0,5 g de suelo con 5 ml dicromato y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado 95-97%, se dejó reaccionar al ácido durante 30 minutos dentro de la cámara de gases, posteriormente se le añade 85 ml de agua destilada a cada uno y son llevados al espectrómetro para su evaluación. Este método requiere de un testigo o blanco necesario para la calibración del equipo dicho blanco está constituido 5 ml dicromato 10 ml de ácido sulfúrico y 85 ml de agua destilada.

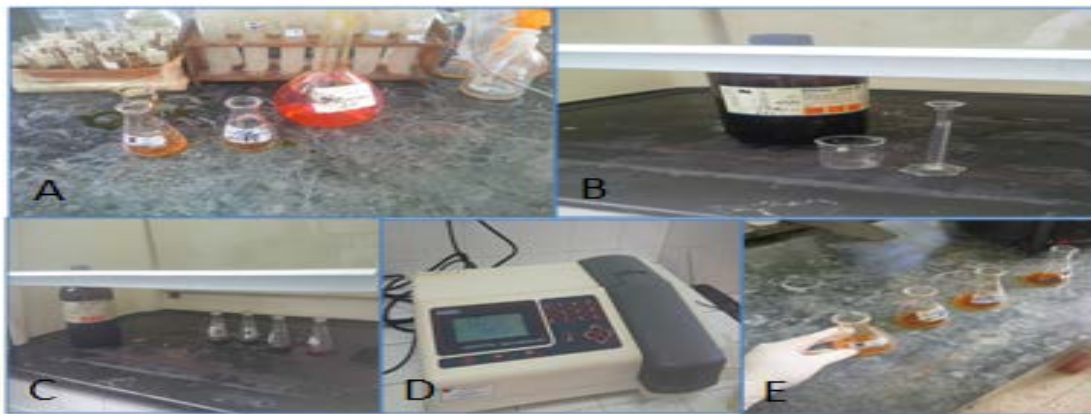
Después de calibrar el equipo con el blanco a 600 nm, se añadieron las dos muestras correspondientes a cada suelo para posteriormente ser llevadas al espectrofotómetro donde se obtuvo el porcentaje de tramitancia. El porcentaje de MO se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$\%M.O = \frac{(34,3469 - (17,1795 * \log \%T))}{PM}$$

%M.O= porcentaje de materia orgánica

%T= porcentaje de tramitancia

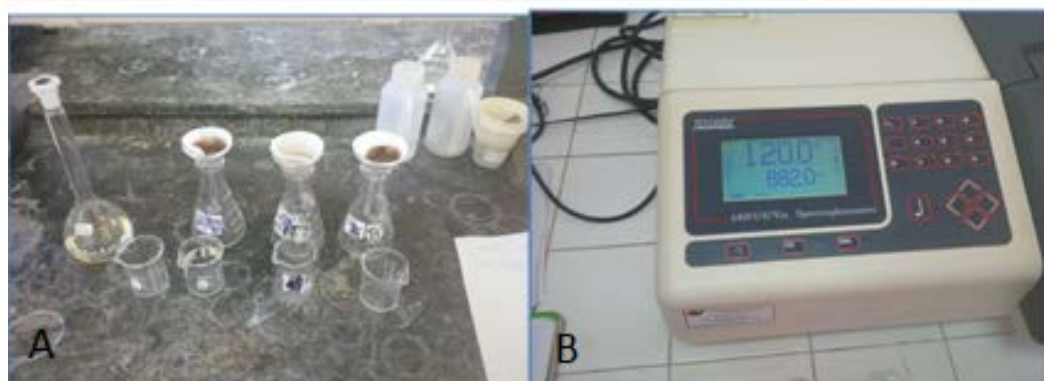
PM= peso de la muestra



**Figura 7: A. Dicromato; B. Ácido sulfúrico; C. cámara de gases; D. Espectrómetro; E. Muestras**

### **Fosforo por el método de Bray N° 1**

Se tomaron 2.5 ml de cada suelo seco y tamizado a 2mm, se le adiciona 20 ml de solución extractora y se agita por 1 minuto. Se filtra cada muestra con papel de filtro whatmon N° 1, se toma 1,0 ml del filtrado y se le adiciona 20 ml de agua destilada y 4 ml de solución reveladora  $\text{NH}_4\text{F}$ . Y luego se determinó el porcentaje de tramitancia (%T) a una longitud de onda de 882 mu, pero antes se calibró el espectrómetro con un blanco preparado mezclando todos los reactivos usados en el ensayo (Bray, 1945). Los valores de tramitancia, obtenidos fueron llevados a una tabla para el cálculo del P.



**Figura 8. A. filtrado de las muestras, blanco; B. Espectrómetro**

## Textura

Se tomaron 100g de cada suelo y se llevaron al agitador por 5 minutos, posteriormente se llevaron a cilindros grandes y se completó con agua hasta alcanzar los 1000 ml del cilindro. Se agito contenido del cilindro hasta que todas las partículas de suelo quedaran suspendidas y se procedió a tomar la primera lectura a los 40 segundos con el densímetro y termómetro para realizar el cálculo del porcentaje de arena. Dos horas después se tomaron nuevamente las lecturas con el densímetro y el termómetro para el cálculo del porcentaje de arcilla, y por diferencia se calculó el porcentaje de limo.



**Figura 9. Prueba de textura por el método bouyouco**

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos obtenidos, se llevó a cabo siguiendo un diseño bloques al azar, de diez tratamientos y cuatro repeticiones. Los parámetros de nodulación se transformaron con la fórmula  $\sqrt{X} + 0,5$  y se analizaron estadísticamente a través de Análisis de Varianza (ANOVA) convencional y para detectar diferencias entre los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan con un nivel significación de 5%, utilizando el programa SAS para estadístico de los datos (SAS versión 9.1).



## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

En el cuadro 1, se observa algunas de las propiedades físico-químicas realizadas a los suelos utilizados en el ensayo. el suelo de sabana (potrero) posee una textura franco arenosa, un pH ácido, baja conductividad eléctrica, bajo concentración de fosforo y alto contenido de materia orgánica la cual se puede atribuir a que el potrero donde se obtuvo la muestra estaba en uso. El suelo de valle del río Guarapiche tiene una textura franco arcillo-arenosa, un pH ácido, baja conductividad eléctrica, bajo concentración de fosforo y alto contenido de materia orgánica

**Cuadro 1. Algunas propiedades físico-químicas de los suelos utilizados**

	pH	Ce(ds/cm)	%MO	P (ppm)	Textura
Sp	4,75	1,29	5,09	2,4	Fa
Sv	5,5	3,72	8,31	4,4	FAa

Sp: suelo de sabana (potrero); Sv: suelo de valle del río Guarapiche; Fa: franco arenoso; FAa: franco arcillo-arenoso

### VARIABLES EVALUADAS A LOS 20 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (20 DDS)

#### Altura de la planta (cm)

En el Cuadro 1 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 20 dds, para la altura de las plantas de frijol chino. El análisis de varianza (Cuadro 2, Apéndice) refleja que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencia de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 2) a los 20 dds muestra que **T9 (29,29)** y **T8 (28,82)** obtuvieron promedios superiores, a los **T1** y **T10**, pero sin diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos.

**Cuadro 2. Prueba de diferencias de promedios para la altura en la planta (cm) de frijol chino 20 días después de la siembra en diferentes tratamientos evaluados**

<b>Tratamientos</b>	<b>altura en la planta</b>	<b><u>1</u>/Ámbito</b>
<b>T9</b>	29,29	a
<b>T8</b>	28,82	a
<b>T5</b>	27,13	ab
<b>T7</b>	26,96	ab
<b>T6</b>	25,90	ab
<b>T4</b>	25,79	ab
<b>T2</b>	25,77	ab
<b>T3</b>	25,61	ab
<b>T1</b>	24,08	b
<b>T10</b>	23,93	b

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

### **Diámetro del tallo (mm)**

En el Cuadro 3 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 20dds, para el diámetro del tallo de las plantas. El análisis de varianza (Cuadro 4, Apéndice) refleja que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencia de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 3) a los 20 dds muestra que **T9 (3,20)** y **T8 (3,10)** alcanzaron mayores promedios que **T5, T1, T6, T2** y **T10**, pero similar con respecto a los otros tratamientos.

**Cuadro 3. Prueba de diferencias de promedios para el diámetro del tallo (mm) de la planta de frijol chino 20 días después de la siembra en diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	diámetro del tallo	1/Ámbito
<b>T8</b>	3,20	a
<b>T9</b>	3,10	a
<b>T4</b>	2,91	ab
<b>T7</b>	2,89	ab
<b>T3</b>	2,80	ab
<b>T5</b>	2,66	b
<b>T1</b>	2,52	b
<b>T6</b>	2,51	b
<b>T2</b>	2,51	b
<b>T10</b>	2,48	b

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

### **Numero de hojas por planta**

En el Cuadro 5 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 20 dds, para el número de hojas por planta. El análisis de varianza (Cuadro 6, Apéndice) indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencia de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 4) a los 20dds muestra que **T9 (3,25)** y **T8 (3.06)** presentaron mayores promedios que **T3, T1** y **T10**, pero similar con respecto a los otros tratamientos.

**Cuadro 4. Prueba de diferencias de promedios para el número de hoja de la planta de frijol chino 20 días después de la siembra en diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	número de hoja	1/Ámbito
<b>T9</b>	3,25	a
<b>T8</b>	3,62	a
<b>T5</b>	2,75	ab
<b>T7</b>	2,75	ab
<b>T6</b>	2,71	ab
<b>T4</b>	2,70	ab
<b>T2</b>	2,68	ab
<b>T3</b>	2,39	b
<b>T1</b>	2,35	b
<b>T10</b>	2,28	b

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

#### **VARIABLES EVALUADAS A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (30DDS)**

##### **Altura de la planta**

En el Cuadro 7 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 30 dds, para la altura de las plantas. El análisis de varianza (Cuadro 8, Apéndice) refleja que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Por lo que todos los tratamientos tuvieron igual altura de las plantas, el promedio general de la altura de la planta a los 30 dds fue de 29,92 cm, y con un coeficiente de variación de 6,29%.



### **Diámetro del tallo (mm)**

En el Cuadro 9 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 30 dds, para el diámetro del tallo de las plantas de frijol chino. El análisis de varianza (Cuadro 10, Apéndice) muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Por lo que todos los tratamientos tuvieron igual diámetro del tallo, el promedio general de diámetro del tallo a los 30 dds fue de 3,17 mm, y con un coeficiente de variación de 7,89%.

### **Número de hojas de la planta**

En el Cuadro 11 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 30 dds, para el número de hojas por planta. El análisis de varianza (Cuadro 12, Apéndice) indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Por lo que todos los tratamientos tuvieron igual número de hojas por plantas, el promedio general de número de hojas por plantas a los 30 dds fue de 3,48, y con un coeficiente de variación de 10,04%.

## **VARIABLES EVALUADAS A LOS 40 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (40 DDS)**

### **Nodulación**

#### **Nódulos totales (efectivos y no efectivos)**

En el Cuadro13 del Apéndice se muestran los totales y promedios de los nódulos totales (NT) de las plantas de frijol chino en los diferentes tratamientos. El análisis de varianza (Cuadro 14, Apéndice) refleja que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 5) muestra a T10 (180,08 nódulos) y T7 (132,34 nódulos) con los mayores resultados, estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de los demás tratamientos.

Mayz, (2011) en una investigación donde, evaluó la efectividad de cepas rizobianas de crecimiento lento y rápido en frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. TC9-6 en varios regímenes de fósforo (0, 20, 40 y 80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). Reportó valores de nódulos totales por planta de 106,3 ± 6,3- 34,0 ± 7,1

**Cuadro 5. Prueba de diferencias de promedios para la variable nódulos totales (NT) en la planta de frijol chino en los diferentes tratamientos evaluados..**

Tratamientos	Nº de nódulos totales <u>2/</u>	<u>1/</u> Ámbito
T10	180,08	13,35 a
T7	132,34	11,52 ab
T6	86,60	9,02 b
T9	44,65	6,42 bc
T8	35,08	5,91 bc
T5	6,06	2,02 c
T2	3,86	1,77 c
T3	2,11	1,52 c
T4	1,08	1,24 c
T1	0,81	1,07 c

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro. 1/ Datos transformados 2/ Datos originales

### **Nódulos efectivos (NE) o rojos**

En el Cuadro 15 del Apéndice se muestran los totales y promedios de los nódulos efectivos (NE) de las plantas de frijol chino en los diferentes tratamientos. El análisis de varianza (Cuadro 16, Apéndice) refleja que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 6) muestra a los tratamientos **T10** (71,82 NE) y **T7** (54,75 NE) superiores al resto de los tratamientos, seguido de **T6**, **T9** y **T8** similares entre sí, y mayor que **T1**; **T4**; **T3**; **T2** y **T5**.

Coincidiendo que dichos tratamientos contienen muestra del suelo de sabana, se pudo ver debido a la falta de cepas nativa en la zona donde se recolectaron las muestras de suelo. Como lo determino Mayz 2010; la mayoría de los suelos, de orden Ultisol, muestran deficiencias de calcio, fósforo y nitrógeno, pH ácido y toxicidad de aluminio y/o manganeso. Aunque ha sido comprobado que estas características edáficas afectan negativamente la población microbiana, incluyendo los rizobias, se han encontrado cepas efectivas para algunas especies, cultivares o líneas de leguminosas, lo cual indica que las condiciones edáficas y climáticas determinan la población rizobiana nativa responsable de la fijación de nitrógeno en condiciones naturales, y refuerza la importancia de la evaluación de la flora indígena para ciertos cultivos

**Cuadro 6. Prueba de diferencias de promedios para la variable nódulos efectivos(NE) en la planta de frijol chino en los diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	NE (%) <u>2/</u>	<u>1/</u> Ámbito
T10	71,82	8,45 a
T7	54,75	7,43 a
T6	25,63	5,02 b
T9	24,00	4,93 b
T8	9,59	3,03 b
T5	3,39	1,62 c
T2	1,81	1,44 c
T3	1,65	1,25 c
T4	0,53	1,01 c
T1	0,52	0,97 c

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro. 1/ Datos transformados a  $\sqrt{x} + 0,5$ , 2/ Datos originales

#### **Nódulos no efectivos (NNE) o blanco**

En el Cuadro 17 del Apéndice se muestran los totales y promedios de los nódulos no efectivos de las plantas de frijol chino en los diferentes tratamientos. El análisis de varianza (Cuadro 18, Apéndice) refleja que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 7) muestra a los tratamientos T10 y T7 con los mayores números de nódulos no



efectivo, con un promedio de (108,25 y 77,59), similares entre sí. Superiores al resto de los tratamientos.

La efectividad de los nódulos en fijar nitrógeno está directamente correlacionada con la presencia de leghemoglobina y la actividad del complejo enzimático nitrogenasa, estas son consideradas moléculas simbióticas en cuya síntesis de alguna manera intervienen tanto en la planta como en la bacteria. (Mayz 1997).

**Cuadro 7. Prueba de diferencias de promedios para la variable nódulos no efectivos (NNE) en la planta de frijol chino en los diferentes tratamientos evaluados.**

<b>tratamientos</b>	<b>NNE<sub>2</sub>/</b>	<b>1/Ámbito</b>
<b>T10</b>	108,25	10,34 a
<b>T7</b>	77,59	8,76 ab
<b>T6</b>	60,96	7,52bc
<b>T9</b>	35,06	5,70 c
<b>T8</b>	11,08	3,27 d
<b>T5</b>	2,66	1,49 de
<b>T2</b>	2,18	1,44 de
<b>T3</b>	0,54	1,00 e
<b>T4</b>	0,29	0,87 e
<b>T1</b>	0,29	0,87 e

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro 1/ Datos transformados a  $\sqrt{x} + 0,5$  2/ Datos originales

### Peso fresco de la parte aérea de la planta (PFPA)

En el Cuadro 19 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 40 dds, para el peso seco aéreo de las plantas de frijol chino. El análisis de varianza (Cuadro 20, Apéndice) indicó que es altamente significativo ( $p < 0,01$ ) entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 8) muestra a **T8** (8,45g); **T9** (8,10g); **T10** (6,70g); **T6** (6,50g); con los mayores resultados, sin diferencia entre ellos y superior al resto de los tratamientos.

**Cuadro 8. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso fresco de la parte aérea de la planta (PFPA) de frijol chino en los diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	PFPA (g)	<u>1</u> /Ámbito
<b>T8</b>	8,45	a
<b>T9</b>	8,10	ab
<b>T10</b>	6,70	abc
<b>T6</b>	6,50	abcd
<b>T7</b>	6,10	bcde
<b>T3</b>	5,91	cde
<b>T4</b>	5,60	cde
<b>T1</b>	4,64	cde
<b>T5</b>	4,50	de
<b>T2</b>	4,22	e

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

### Peso fresco de la raíz de la planta (PFR)

En el Cuadro 21 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el peso fresco de la raíz de las plantas de frijol chino 40 dds. El análisis de varianza (Cuadro 22, Apéndice) indicó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 9). muestra que **T6; T10; T8; T7; T3 y T1** con los promedios de 1,80g; 1,79g; 1,52g; 1,46g; 1,06g y 1,06g, respectivamente, presentaron el mayor peso, superior a los obtenidos por los demás tratamientos.

**Cuadro 9. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso fresco de la raíz de la planta (g) de frijol chino (*Vigna radiata.*), en diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	peso fresco de la raíz	<u>1</u> /Ámbito
<b>T6</b>	1,80	a
<b>T10</b>	1,79	a
<b>T8</b>	1,52	ab
<b>T7</b>	1,46	ab
<b>T3</b>	1,06	abc
<b>T1</b>	1,06	abc
<b>T9</b>	0,98	bc
<b>T4</b>	0,89	bc
<b>T2</b>	0,56	c
<b>T5</b>	0,52	c

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

### Peso fresco total de la planta

En el Cuadro 23 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 40 dds, para el peso fresco total las plantas de frijol chino. El análisis de varianza (Cuadro24, Apéndice) indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 10) muestra que los tratamientos **T8; T6; T9; T10; T7; T3 yT4** presentaron los mayores pesos fresco, similares entre ellos y superior al resto de los tratamientos evaluados.

**Cuadro 10. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso fresco total (grs) de la planta de frijol chino, en los diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	peso fresco total	<u>1</u> /Ámbito
<b>T8</b>	9,97	a
<b>T6</b>	9,61	a
<b>T9</b>	9,06	ab
<b>T10</b>	8,49	ab
<b>T7</b>	7,53	abc
<b>T3</b>	6,97	abc
<b>T4</b>	6,49	abc
<b>T1</b>	5,71	bc
<b>T5</b>	5,02	c
<b>T2</b>	4,78	c

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.



### Peso seco de la parte aérea de la planta(PSPA)

En el Cuadro 25 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el peso seco de la parte de las plantas de frijol chino, 40 dds. El análisis de varianza (Cuadro 26, Apéndice) indicó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 11) muestra a **T9; T6; T8; T7; T10 y T1** con los mayores resultados, similares entre ellos y superior al resto de los tratamientos evaluados. Mayz *et al.* (2010), evaluando la efectividad de cepas rizobianas nativas de sabana, obtuvieron valores de peso seco comprendido entre 3,97-1,15 gramos.

**Cuadro 11. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso seco de la parte aérea (g) de la planta de frijol chino, en los diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	PSPA (g)	<u>1</u> /Ámbito
<b>T9</b>	2,63	a
<b>T6</b>	2,27	ab
<b>T8</b>	2,24	ab
<b>T7</b>	2,12	ab
<b>T10</b>	2,03	ab
<b>T1</b>	1,79	abc
<b>T3</b>	1,49	bc
<b>T5</b>	1,23	bc
<b>T4</b>	1,16	bc
<b>T2</b>	0,86	c

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

### **Peso seco de la raíz de la planta**

En el Cuadro 26 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el peso seco de las raíces de las plantas de frijol chino 40 dds. El análisis de varianza (Cuadro 27, Apéndice) indicó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar peso seco de las raíces, siendo el promedio general de 0,39 g.

### **Peso seco total de la planta**

En el Cuadro 29 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el peso seco total de las plantas de frijol chino a los 40dds. El análisis de varianza (Cuadro 30, Apéndice) indicó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 12) muestra a **T9; T6; T10; T7; T8; T1 y T3** con los mayores resultados, similares entre ellos y superior al resto de los tratamientos evaluados.

**Cuadro 12. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso seco total (g) de la planta de frijol chino, en los diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	Peso seco total (g)	1/Ámbito
<b>T9</b>	2,98	a
<b>T6</b>	2,74	ab
<b>T7</b>	2,65	ab
<b>T10</b>	2,64	ab
<b>T8</b>	2,64	ab
<b>T1</b>	2,39	abc
<b>T3</b>	1,84	abc
<b>T4</b>	1,42	bc
<b>T5</b>	1,39	bc
<b>T2</b>	1,06	c

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

### **Volumen radical**

En el Cuadro 31 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el volumen radical de las plantas de frijol chino 40dds. El análisis de varianza (Cuadro 32, Apéndice) indicó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

La prueba de diferencias de promedios de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 13) muestra que **T10 y T8** con los mayores resultados ( $0,93\text{cm}^3$  y  $0,75\text{cm}^3$  respectivamente), similares entre ellos y superior al resto de los tratamientos.

**Cuadro 13. Prueba de diferencias de promedios para el volumen radical( $\text{cm}^3$ ) de la planta de frijol chino, en los diferentes tratamientos evaluados.**

Tratamientos	Volumen ( $\text{cm}^3$ )	<u>1</u> /Ámbito
<b>T10</b>	0,93	a
<b>T8</b>	0,75	ab
<b>T7</b>	0,65	bc
<b>T9</b>	0,63	bcd
<b>T6</b>	0,6	bcd
<b>T3</b>	0,52	bcde
<b>T5</b>	0,43	cde
<b>T1</b>	0,43	cde
<b>T2</b>	0,38	de
<b>T4</b>	0,34	e

1/Letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.



## CONCLUSIÓN

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados de este ensayo permitieron concluir:

A los 20 dds los tratamientos 8 y 9 obtuvieron mejor resultado que los tratamientos 1 y 10.

Los suelos de valle con humus (T10) induce mayor cantidad de nódulos totales y nódulos efectivos.

En los suelos de sabana induce menos nódulos totales que en el suelo del valle.

No es suficiente la producción de nódulos para inducir mayor peso de las plantas.

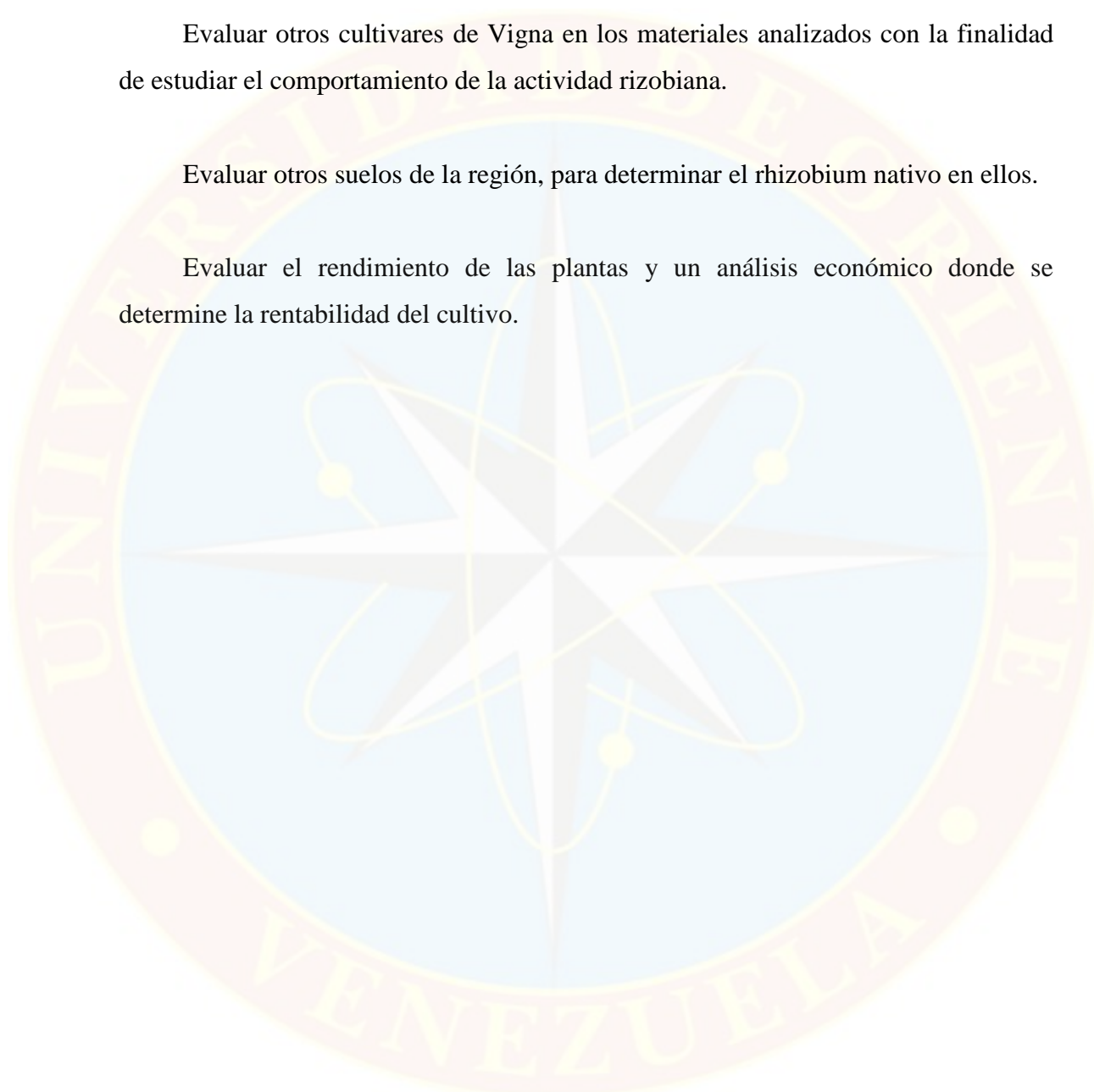
El suelo de sabana en relación al pH, conductividad eléctrica y porcentaje de materia orgánica los resultados fueron bajos con respecto a los del suelo de valle.

## RECOMENDACIONES

Evaluar otros cultivares de Vigna en los materiales analizados con la finalidad de estudiar el comportamiento de la actividad rizobiana.

Evaluar otros suelos de la región, para determinar el rhizobium nativo en ellos.

Evaluar el rendimiento de las plantas y un análisis económico donde se determine la rentabilidad del cultivo.



## LITERATURA CITADA

- ALBERRO, M. 1981.** Respuesta de tres cultivares de soya, inoculación con *Rhizobium japonicum* a diferentes dosis de nitrógeno. En trabajo de grado María Álbelaez, 1992. Evaluación de la eficiencia en las cepas de *Bradyrhizobium japonicum* en simbiosis con soya. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.
- CARMONA, A.; JAFFE, W. 2002** Importancia de las leguminosas en la alimentación humana. En memorias del taller: Un programa integral de investigación en leguminosas. Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 67-82, 2002
- CHIANU, J.N.; NKONYA, E.M.; MAIRURA, F.S.; CHIANU, J.N.; AKINNIFESI, F.K. 2011.** Biological nitrogen fixation and socioeconomic factors for legume production in sub-Saharan Africa. a review. *Agron. Sustain. Dev.* 31:139–154.
- DONAHUE, R.; MILLER R.; SHICKLUNA J. 1981.** Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Trad. Por Jorge Peña C. Colombia, Prentice Hall Internacional. 624p.
- FERNÁNDEZ C, M. 2003.** Manual de nodulación. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. 53 p. [En línea]. Disponible: [12/03/2017]. [www.nitragin.com.ar](http://www.nitragin.com.ar)
- GARCIA C.; SATO M. 2016.** Importancia de la inoculantes microbianos para la agricultura sostenible. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga Ayacucho- Peru (UNSCH).
- GARCÍA M; MADRIZ.P 1999.** Anatomía foliar comparada de cinco genotipos de frijol mungo, *Vigna radiata* (L.) Wilczek, *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. Maracay Venezuela 16: 610-620

- GONZÁLEZ, N. 2002.** Algunos elementos de juicio para interpretar el fenómeno de la nodulación en soja. Publicación de las Jornadas de Cosecha Gruesa. INTA CIAM, Mar del Plata. 4 p.
- GRANADOS, L. 1984.** Efectos de dos inoculantes comerciales y diferentes dosis de nitrógeno sobre la nodulación y la fijación de nitrógeno en el cultivo de la soja (*Glicinimax* (L) var. Magaly (parte I). Trabajo de Grado Ing. Agrónomo. Jusepín, Venezuela. Universidad de Oriente, escuela de Ingeniería Agronómica. 97 p. En trabajo de grado.
- HEWITT, E. 1945.** The resolution of factores in soil acidity. Ann. Rept. Long Ashton Res. Stn. Prog. Rept. 1. 51-60. En trabajo de grado María Álbelaez, 1992. Evaluación de la eficiencia en las cepas de *Bradyrhizobium japonicum* simbiosis con soja. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.
- HOWIESON, J. 1986.** Acid tolerante in the *Rizobium Meliloti-Medicago* simbiosis. Aust. J. Agric. RES. 37: 55-64. En trabajo de grado María Álvarez, 1992. Evaluación de la eficiencia en las cepas de *Bradyrhizobium japonicum* simbiosis con soja. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.
- LINDSTRÖM, K., MARTÍNEZ-ROMERO, E. 2007.** International committee on systematics of prokaryotes subcommittee on the taxonomy of *Agrobacterium* and *Rhizobium*: minutes of the meeting, 26 July 2006, Toulouse, France. Int J of Systematic and Evolutionary Microbiology. Vol 57: 1365-1366. DOI 10.1099/ijs.0.63744-0.
- MATERON, L. 1985.** Inoculante Naturity Influences survival of rhizobia on seed. Appl. Env. Microb. 49(2): 465-467. En trabajo de grado María Álvarez, 1992. Evaluación de la eficiencia en las cepas de *Bradyrhizobium japonicum* en simbiosis con soja. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.
- MAYZ J. 2011.** Efectividad de cepas rizobianas de frijol bajo diferentes regímenes de fósforo, Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. XIII No. 2, Bogota Colombia 162-169



- MAYZ J.; LÁREZ A.; ALCORCÉS N. 2010.** Efectividad de cepas rizobianas nativas de sabana en *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cv. C4A-3, Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. XII No. 2 Bogota Colombia 194-202
- MOLINA, E. 1998.** Encalado para la corrección de la acidez del suelo, ACCS, San José, Costa Rica. 45 p. [En línea]. Disponible: [15-01-2017]. [http://www.agrotriunfo.com/pdf/acidez\\_de\\_suelo\\_encalado](http://www.agrotriunfo.com/pdf/acidez_de_suelo_encalado).
- MONTENEGRO, H. 1990.** Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Subdirección Agrológica, Colombia, 813 p.
- MORALES, E, 2006.** Utilización de diversos leguminosos granos, en la producción de leche de cabra. Análisis de su valor nutritivo y calidad de la leche producida. Universidad Granada. Editorial de universidad granada. 2006. 176 p. ISBN 84-338-4190-4.
- PEOPLES, M.; HERRIDGE, F.; LAHDA, K. 1995.** Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production Plant Soil. 174:3-28
- PIETRARELLI, L.; ZAMAR, J.; LEGUÍA, H.; ALESSANDRIA, E.; SÁNCHEZ, J.; ARBORNO, M.; LUQUE, S. 2008.** Effects of different management practice son nodulation and on the yield of soy bean crops. Córdoba, Argentina., 25(2):81-87. [En línea]. Disponible: [15/03/2017]. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-298X2008000200004](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2008000200004)
- RODRÍGUEZ, H. 2002.** Métodos de Análisis de Suelos y Plantas. 1ra Edición. México, febrero 2002. En trabajo de grado González Tioribelth, 2010. Efecto de diferentes tipos y dosis de cal sobre el rendimiento de dos cultivos, patilla (*Citrullu slanatus*) y mani (*Arachis hipogaeae*) en un suelo ultisol de sabana bajo condiciones de vivero. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.
- ROJAS, J. 2005.** Guía Práctica de Laboratorio de Suelos UDO-Monagas. Maturín Estado Monagas

**SÁNCHEZ, C. 1977.** Algunas experiencias sobre el encalado de Ultisoles y Oxisoles de sabana. Ven., Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos. Cuadernos No. 2. s.p. En trabajo de grado González Tioribelth, 2010. Efecto de diferentes tipos y dosis de cal sobre el rendimiento de dos cultivos, patilla (*Citrullus lanatus*) y mani (*Arachis hipogaeae*) en un suelo ultisol de sabana bajo condiciones de vivero. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.

**SILVA, F. 1973.** Efectos de la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el rendimiento de las leguminosas. En trabajo de grado María Álvarez, 1992. Evaluación de la eficiencia en las cepas de *Bradyrhizobium japonicum* en simbiosis con soya. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela

**SHABAEV, V.; SMOLIN, V.; PROVOROV, N.; SIMAROV, B. 1996.** The influence of various Rhizobium meliloti strains on lucerne mass and nitrogen accumulation on the mineral nitrogen background. Biology Bulletin. Rio Cuarto, Argentina. 23:291-296. [En línea]. Disponible: [14/03/2017]. <http://www.scielo.org.ar/pdf/agrisc/v23n2/v23n2a02.pdf>

**WILLEMS, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; MUÑOZ-ADELANTADO, E.; GORIS, J.; DE VOS, P.; MARTÍNEZ-ROMERO, E.; TORO, N.; GILLIS, M. 2003.** Description of New Ensifer strains from nodules and proposal to transfer *Ensifer adhaerens* Cassida 1982 to *Sinorhizobium* as *Sinorhizobium adhaerens* comb. nov. Request for an Opinion. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 53, 1207–1217. [En línea]. Disponible: [18/03/2017]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12892151>

**ZAHRAN, H. 2001.** Rhizobia from wild legumes: diversity, taxonomy, ecology, nitrogen fixation and biotechnology. J. Biotech. Gabès, Tunes. 91, 143-153. [En línea]. Disponible: [18/03/2017]. <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/w2012-048#.WV-ILoiGPIU>

**ZAPATA, R. 2004.** La Química de la Acidez del Suelo, Medellín, Colombia, 37p. [En línea]. Disponible: [18/03/2017]. [http://www.academia.edu/5664470/Acidezdel\\_Suelo](http://www.academia.edu/5664470/Acidezdel_Suelo).



**APENDICES**

Cuadro 1. Altura de la planta de frijol chino a los 20 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	25,75	25,62	18,38	26,60	96,35	24,09
2	25,55	27,98	23,78	25,78	103,09	25,77
3	25,06	23,28	28,26	25,85	102,45	25,61
4	21,05	30,20	23,00	28,92	103,17	25,79
5	27,48	27,84	22,23	30,98	108,53	27,13
6	25,30	27,44	25,05	25,82	103,61	25,90
7	28,02	28,10	24,84	26,88	107,84	26,96
8	29,75	29,24	28,55	27,72	115,26	28,82
9	28,68	29,58	27,78	31,13	117,16	29,29
10	21,96	27,25	21,52	25,00	95,73	23,93

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 2. Altura de la planta de frijol chino a los 20 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>72.30354</b>	<b>24.1018</b>	<b>0.0076</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>112.2665</b>	<b>12.474</b>	<b>0.0299*</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>133.04376</b>	<b>4.927</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>322.6138</b>		

$cv = 8.43\%$ . \*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.



Cuadro 3. Diámetro de la planta de frijol chino a los 20 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	2,36	2,65	2,40	2,68	10,09	2,52
2	2,55	2,71	2,08	2,68	10,02	2,51
3	2,72	2,72	2,69	3,08	11,20	2,80
4	2,55	3,38	2,53	3,18	11,64	2,91
5	2,26	2,86	2,68	2,84	10,64	2,66
6	2,42	2,64	2,63	2,34	10,03	2,51
7	3,34	3,05	2,72	2,48	11,59	2,90
8	3,45	3,38	2,99	2,98	12,80	3,20
9	2,76	3,30	2,65	3,70	12,41	3,10
10	2,48	2,63	2,33	2,50	9,94	2,48

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 4. Diámetro de la planta de frijol chino a los 20 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>0.7811875</b>	<b>0.26</b>	<b>0.0239</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>2,4997025</b>	<b>0.278</b>	<b>0.0027**</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>1.9043875</b>	<b>0.07</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>5.9852775</b>		

$cv = 9.63\%$ .\*= significativo al 5% de probabilidad.

\*\*= altamente significativo al 5% de probabilidad. n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 5. Numero de hoja de la planta de frijol chino a los 20 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	2,75	2,60	2,75	2,75	10,85	2,71
2	2,00	2,75	2,00	2,40	9,15	2,29
3	2,80	2,00	3,00	3,00	10,80	2,70
4	2,25	3,00	2,67	2,80	10,72	2,68
5	2,00	2,80	2,00	2,60	9,40	2,35
6	2,80	2,80	3,00	2,40	11,00	2,75
7	2,80	2,80	3,20	2,20	11,00	2,75
8	3,00	3,00	3,25	3,00	12,25	3,06
9	3,00	3,00	3,00	4,00	13,00	3,25
10	2,20	2,75	2,60	2,00	9,55	2,39

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 6. Numero de hojas de la planta de frijol chino a los 20 dias después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>0.24338</b>	<b>0.081</b>	<b>0.6063</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>3.31714</b>	<b>0.368</b>	<b>0.0175*</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>3.51592</b>	<b>0.1302</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>7.07644</b>		

$cv = 13.3\%$ . \*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 7. Altura de la planta de frijol chino a los 30 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	29,78	30,22	25,66	30,60	116,26	29,06
2	28,50	33,10	26,96	30,48	119,04	29,76
3	28,26	28,60	29,66	29,78	116,30	29,08
4	30,36	31,92	28,56	31,14	121,98	30,50
5	31,68	31,04	26,16	33,88	122,76	30,69
6	28,16	28,30	29,60	29,60	115,66	28,92
7	30,48	29,48	26,94	30,14	117,04	29,26
8	31,78	32,40	31,38	31,16	126,72	31,68
9	31,10	31,88	30,32	34,80	128,10	32,03
10	29,23	33,15	26,08	24,30	112,76	28,19

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7: suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8: suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9: suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 8. Altura de la planta de frijol chino a los 30 días.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>48.2917</b>	<b>16.097</b>	<b>0.0105</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>57.4444</b>	<b>6.3831</b>	<b>0.114 ns</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>95.5639</b>	<b>3.539</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>201.3001</b>		

cv = 6.29%. \*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 9. Diámetro de planta de frijol chino a los 30 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	3,08	3,30	3,04	3,03	12,45	3,11
2	2,90	3,45	2,80	3,22	12,37	3,09
3	3,14	2,85	3,01	3,78	12,78	3,20
4	3,27	3,38	3,30	3,60	13,55	3,39
5	3,03	2,90	3,20	2,90	12,03	3,01
6	3,20	3,20	3,22	2,80	12,42	3,11
7	3,20	3,10	3,22	2,70	12,22	3,06
8	3,25	3,38	3,09	3,21	12,93	3,23
9	3,40	3,26	3,17	4,00	13,83	3,46
10	3,15	3,20	3,00	2,90	12,25	3,06

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 10. Diámetro de la planta de frijol chino a los 30 días después de la siembra

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>0.07246</b>	<b>0.0241</b>	<b>0.7637</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>0.79685</b>	<b>0.0885</b>	<b>0.2302 ns</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>1.687957</b>	<b>0.062</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>2.5572775</b>		

cv = 7.89%.\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.



Cuadro 11. Numero de hoja de la planta de frijol chino a los 30 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	3,50	3,40	3,75	3,00	13,65	3,41
2	2,50	3,75	3,00	3,40	12,65	3,16
3	3,20	3,00	3,40	4,25	13,85	3,46
4	3,66	3,80	3,66	3,60	14,72	3,68
5	3,00	3,60	3,00	3,60	13,20	3,30
6	3,20	3,20	4,00	3,60	14,00	3,50
7	3,20	3,40	3,40	3,40	13,40	3,35
8	3,75	3,25	3,75	3,80	14,55	3,64
9	3,75	3,75	3,75	4,67	15,92	3,98
10	3,40	3,75	3,20	3,00	13,35	3,34

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

Cuadro 12. Numero de hoja de la planta de frijol chino a los 30 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>0.502</b>	<b>0.1673</b>	<b>0.3046</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>1.961722</b>	<b>0.2179</b>	<b>0,15 ns</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>3.55876</b>	<b>0.1318</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>7.07644</b>		

*cv = 10.4%.* \*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 13. Numero de nódulos totales de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	4,33	1,60	0,00	2,50	8,43	2,11
2	0,00	6,50	0,00	8,80	15,30	3,83
3	1,40	0,33	1,60	1,00	4,33	1,08
4	0,00	2,25	0,00	1,00	3,25	0,81
5	0,00	0,25	3,00	21,00	24,25	6,06
6	93,20	32,00	70,00	151,20	346,40	86,60
7	150,60	110,60	146,40	121,75	529,35	132,34
8	26,00	44,40	44,50	25,40	140,30	35,08
9	21,50	30,50	31,60	95,00	178,60	44,65
10	125,33	196,25	236,75	162,00	720,33	180,08

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 14. Numero de nódulos totales de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>25,5816</b>	<b>8,53</b>	<b>0,66</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>1028,1628</b>	<b>114,24</b>	<b>≤0.0001**</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>429,9618</b>	<b>15,92</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>1483,7063</b>		

*cv = 10.4%.* \*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 15. Numero de nódulos efectivo (rojos) de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUE						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	3,33	1,40	0,00	2,50	7,23	1,81
2	0,00	0,60	0,00	6,00	6,60	1,65
3	1,00	0,30	0,60	0,25	2,15	0,54
4	0,00	1,50	0,00	0,60	2,10	0,53
5	0,00	0,25	1,33	12,00	13,58	3,40
6	31,20	11,60	23,50	36,25	102,55	25,64
7	47,60	57,20	58,20	56,00	219,00	54,75
8	18,75	30,00	25,25	22,00	96,00	24,00
9	3,25	7,50	7,60	20,00	38,35	9,59
10	50,00	72,75	93,25	71,30	287,30	71,83

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 16. Numero de nódulos efectivo (rojos) de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>5.237</b>	<b>1.745</b>	<b>0.044</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>279.94</b>	<b>31.104</b>	<b>≤0.0001**</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>15.2786</b>	<b>0.5658</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>300.4559</b>		

$cv = 9.63\%$ .\*= significativo al 5% de probabilidad.

\*\*= altamente significativo al 5% de probabilidad. n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 17. Numero de nódulos no efectivo (blancos) de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	1,00	0,20	0,00	0,00	1,20	0,30
2	0,00	5,90	0,00	2,80	8,70	2,18
3	0,40	0,03	1,00	0,75	2,18	0,55
4	0,00	0,75	0,00	0,40	1,15	0,29
5	0,00	0,00	1,67	9,00	10,67	2,67
6	62,00	20,40	46,50	114,95	243,85	60,96
7	103,00	53,40	88,20	65,75	310,35	77,59
8	7,25	14,40	19,25	3,40	44,30	11,08
9	18,25	23,00	24,00	75,00	140,25	35,06
10	75,33	123,50	143,50	90,70	433,03	108,26

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 18. Numero de nódulos no efectivo (blancos) de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>5.4105</b>	<b>1.01</b>	<b>0.4027</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>480.449</b>	<b>53.38</b>	<b>≤ 0.0001**</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>48.1229</b>	<b>1.78</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>533.9835</b>		

*cv* = 9.63%.\*= significativo al 5% de probabilidad.

\*\*= altamente significativo al 5% de probabilidad. n.s = no significativo al 5% de probabilidad.



Cuadro 19. Peso fresco de la parte aérea de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	3,23	6,60	4,50	4,25	18,58	4,64
2	2,25	5,63	3,50	5,50	16,88	4,22
3	6,40	4,33	5,90	7,03	23,66	5,91
4	6,70	5,25	4,33	6,10	22,38	5,60
5	4,30	5,10	4,50	4,10	18,00	4,50
6	7,00	6,50	12,75	5,00	31,25	7,81
7	7,64	6,90	6,00	3,76	24,30	6,08
8	9,88	8,50	9,50	5,92	33,80	8,45
9	7,56	8,85	6,90	9,00	32,31	8,08
10	7,00	8,25	5,56	6,00	26,81	6,70

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

Cuadro 20. Peso fresco de la parte aérea de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>5.13792</b>	<b>1.7126</b>	<b>0.4015</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>73.80406</b>	<b>8.2004</b>	<b>0.0006 **</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>45.56806</b>	<b>1.687</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>124.56806</b>		

$cv = 21.4\%$ .\*= significativo al 5% de probabilidad.

\*\*= altamente significativo al 5% de probabilidad. n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 21. Peso fresco de raíz de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUE						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	1,36	1,98	0,50	0,41	4,25	1,06
2	0,21	0,82	0,28	0,94	2,25	0,56
3	1,78	0,43	1,11	0,93	4,25	1,06
4	1,38	0,66	0,21	1,34	3,59	0,90
5	0,53	0,59	0,41	0,53	2,06	0,52
6	1,62	1,95	2,50	1,14	7,21	1,80
7	2,02	1,47	1,64	0,71	5,84	1,46
8	2,18	1,56	1,65	0,69	6,08	1,52
9	1,17	1,08	0,59	1,11	3,94	0,99
10	1,59	2,34	1,55	1,70	7,18	1,80

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

Cuadro 22. Peso fresco de raíz de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>1.23188</b>	<b>0.4106</b>	<b>0.1841</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>7.705682</b>	<b>0.856</b>	<b>0.0046**</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>6.49617</b>	<b>0.2371</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>15.3391</b>		

*cv* = 41%. \*= significativo al 5% de probabilidad.

\*\*= altamente significativo al 5% de probabilidad. n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 23. Peso fresco total de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	4,58	8,58	5,00	4,66	22,82	5,71
2	2,46	6,45	3,78	6,44	19,13	4,78
3	8,18	4,76	7,01	7,96	27,91	6,98
4	8,08	5,91	4,54	7,44	25,97	6,49
5	4,83	5,69	4,91	4,63	20,06	5,02
6	8,62	8,45	15,25	6,14	38,46	9,61
7	9,66	8,37	7,64	4,47	30,14	7,54
8	12,06	10,06	11,15	6,61	39,88	9,97
9	8,73	9,93	7,49	10,11	36,25	9,06
10	8,59	10,59	7,11	7,70	33,99	8,50

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 24. Peso fresco total de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>11.501</b>	<b>3.833</b>	<b>0.4774</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>122.4561</b>	<b>13.606</b>	<b>0.0124*</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>121.3916</b>	<b>4.495</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>255.3488</b>		

*cv* = 28.7%.\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 25 Peso seco de la parte aérea de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	1,78	1,98	1,47	1,96	7,18	1,80
2	0,59	0,87	0,77	1,22	3,45	0,86
3	2,45	0,69	1,27	1,54	5,95	1,49
4	1,71	0,91	0,97	1,05	4,64	1,16
5	0,85	0,66	1,39	2,03	4,93	1,23
6	3,01	1,81	1,76	2,48	9,06	2,27
7	4,60	1,11	1,18	1,57	8,46	2,12
8	3,06	1,85	2,03	2,01	8,95	2,24
9	3,95	1,77	1,33	3,64	10,69	2,67
10	3,93	1,14	1,03	2,03	8,13	2,03

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro

Cuadro 26. Peso seco de la parte aérea de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>11.5349</b>	<b>3.844</b>	<b>0.0006</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>12.1177</b>	<b>1.3464</b>	<b>0,0182*</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>12.93844</b>	<b>0.479</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>36.59117</b>		

*cv* = **38.7%**.\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 27. Peso seco de la raíz de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	0,75	1,33	0,15	0,16	2,39	0,60
2	0,09	0,11	0,08	0,50	0,78	0,20
3	0,67	0,10	0,27	0,40	1,44	0,36
4	0,49	0,17	0,10	0,29	1,05	0,26
5	0,15	0,11	0,23	0,15	0,64	0,16
6	0,50	0,46	0,54	0,40	1,90	0,48
7	1,08	0,38	0,38	0,30	2,14	0,54
8	0,54	0,31	0,52	0,24	1,61	0,40
9	0,47	0,24	0,18	0,33	1,22	0,31
10	1,18	0,39	0,26	0,60	2,43	0,61

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

Cuadro 28. Peso seco de la raíz de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>0.5875</b>	<b>0.1958</b>	<b>0.0495</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>0.93618</b>	<b>0.104</b>	<b>0.1723 ns</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>1.78</b>	<b>0.0659</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>3.3041</b>		

cv = 65%. \*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.



Cuadro 29. Peso seco de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUE						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	2,53	3,31	1,62	2,12	9,57	2,39
2	0,68	0,98	0,85	1,72	4,23	1,06
3	3,12	0,79	1,54	1,94	7,39	1,85
4	2,20	1,08	1,07	1,34	5,69	1,42
5	1,00	0,77	1,62	2,18	5,57	1,39
6	3,51	2,27	2,30	2,88	10,96	2,74
7	5,68	1,49	1,56	1,87	10,60	2,65
8	3,60	2,16	2,55	2,25	10,56	2,64
9	4,42	2,01	1,51	3,97	11,91	2,98
10	5,11	1,53	1,29	2,63	10,56	2,64

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

Cuadro 30. Peso seco de planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>16.6167</b>	<b>5.539</b>	<b>0.001</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>16.8172</b>	<b>1.868</b>	<b>0.0334*</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>20.4257</b>	<b>0.7565</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>53.8597</b>		

cv =39 %.\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 31. Volumen radical de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

BLOQUES						
TRAT	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
1	0,50	0,70	0,25	0,25	1,70	0,43
2	0,50	0,25	0,25	0,50	1,50	0,38
3	0,75	0,33	0,50	0,50	2,08	0,52
4	0,33	0,38	0,33	0,30	1,34	0,33
5	0,50	0,40	0,50	0,30	1,70	0,43
6	0,70	0,70	0,50	0,50	2,40	0,60
7	1,00	0,50	0,70	0,40	2,60	0,65
8	0,75	0,90	0,75	0,60	3,00	0,75
9	1,00	0,38	0,38	0,75	2,50	0,63
10	1,16	1,00	0,75	0,80	3,71	0,93

T1: suelo de sabana (TESTIGO); T2: suelo de sabana fertilizante químico 30Kg; T3: suelo de sabana fertilizante químico 60Kg; T4: suelo de sabana fertilizante químico 90Kg; T5: suelo de sabana fertilizante orgánico 1 litro; T6: suelo de valle (TESTIGO); T7:suelo de valle fertilizante químico 30Kg; T8:suelo de valle fertilizante químico 60Kg; T9:suelo de valle fertilizante químico 90Kg; T10: suelo de valle fertilizante orgánico 1 litro.

Cuadro 32. Volumen radical de la planta de frijol chino a los 40 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Pr>F
<b>Bloques</b>	<b>3</b>	<b>0.32944</b>	<b>0.1647</b>	<b>0.0038</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	<b>1.23267</b>	<b>0.1369</b>	<b>0.0002**</b>
<b>Error</b>	<b>27</b>	<b>0.6745</b>	<b>0.02408</b>	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>2.23671</b>		

$cv = 27.5\%$ . \*= significativo al 5% de probabilidad.

\*\*= altamente significativo al 5% de probabilidad. n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

## HOJAS METADATOS

### Hoja de metadatos para tesis y trabajos de ascenso - 1/6

<b>Título</b>	<b>PRODUCCIÓN DE NÓDULOS DE RHIZOBIUM EN EL CULTIVO DE FRIJOL CHINO (VIGNA RADIATA), CON FERTILIZANTE QUÍMICO U ORGÁNICO USANDO SUELOS DE DIFERENTES ZONAS ECOLÓGICAS, EN CONDICIONES DE INVERNADERO.</b>
---------------	---

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Perez Corcega Ronald Andres</b>	<b>CVLAC</b>	<b>C.I: 20.917.810</b>
	<b>e-mail</b>	<b>ronaldperezcorcega910@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	<b>ronald910@hotmail.com</b>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

#### **Palabras o frases claves:**

Frijol chino, <i>Vigna radiata</i>
Rhizobium,
Nódulos
Fertilización

## Hoja de metadatos para tesis y trabajos de ascenso - 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Tecnología y ciencias aplicadas	Ingeniería Agronómica

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos un subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

### Resumen (Abstract):

Con la finalidad de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de nódulos de *Rhizobium* en el cultivo de frijol chino (*Vigna radiata* L. Wilezek). Se realizó un ensayo en un ambiente protegido, en el invernadero I del Centro de Postgrado de la Universidad de Oriente, *Campus* Juanico, Maturín, estado Monagas. Se llevó a cabo siguiendo un diseño bloques al azar, de diez tratamientos que corresponden las dosis de fertilizante con cada uno de los suelos y cuatro repeticiones repeticiones y cada maseta constituía una unidad experimental para un total de 40 unidades experimentales. Los parámetros de nodulación se transformaron con la fórmula  $\sqrt{X} + 0,5$ . El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre los tratamientos para las variables altura de la planta, diámetro del tallo, numero de hoja, nódulos totales, nódulos efectivos (rojos), nódulos no efectivos (blancos), peso fresco y seco de la planta y parte aérea y volumen radical. Los resultados obtenidos revelan que el tratamiento siete (T7), el cual está constituido por el suelo del valle de Guarapiche y con 30 Kg N/ha fue el más favorable para la nodulación con respecto a las dosis de fertilizante nitrogenado químico y a los treinta días después de la siembra no hubo diferencia significativa para ningunas de las variables evaluada.

## Hoja de metadatos para tesis y trabajos de ascenso - 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Iván Maza	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I:8373371
	e-mail	ivanjosemaza@gmail.com
Nicolás Valladares	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I:2436010
	e-mail	nvalladare@hotmail.com
Marden Vázquez	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I:5721636
	e-mail	mardenv@gimail.com

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad).. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2018	Abril	13

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

**Lenguaje:** spa

Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para ingles en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).



**Hoja de metadatos para tesis y trabajos de ascenso - 4/6**

**Archivo(s):**

<b>Nombre de archivo</b>
<b>Ronald.Perez2018.docx</b>

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M  
N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2  
3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

**Alcance:**

Espacial: \_\_\_\_\_ (opcional)

Temporal: \_\_\_\_\_ (opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:**

Ingeniero Agrónomo

---

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarum en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

**Nivel Asociado con el trabajo:** Ingeniería

---

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

**Área de Estudio:**

Tecnología y ciencias aplicadas

---

Usualmente es el nombre del programa o departamento

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:**

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

---

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. **Abul K. Bashirullah**, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA  
RECIBIDO POR *[Firma]*  
FECHA 05/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago, a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*[Firma]*  
**JUAN A. BOLANOS CURVELE**  
Secretario



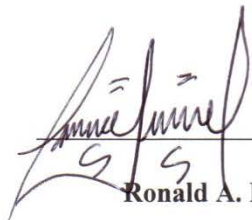
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

**Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 6/6**

**Derechos:**

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicado CU-034-2009): "Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

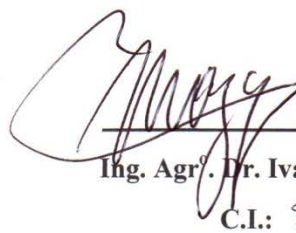


---

**Ronald A. Perez C.**

**C.I.: 20917810**

**(AUTOR)**



---

**Ing. Agr. Dr. Ivan Maza**

**C.I.: 2323371**

**(ASESOR)**