UNIVERSIDAD DE ORIENTE

NÚCLEO DE MONAGAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADO

MATURÍN, ESTADO MONAGAS

EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE CAL EN LA PRODUCCIÓN DE NÓDULOS DE RHYZOBIUM EN EL CULTIVO DE FRIJOL BAYO (*Vigna unguiculata (L) walp).* EN DOS SUELOS ULTISOLES DE LA SABANA DE JUSEPÍN, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:

YONATHAN MANUEL MORAO VERGARA

C.I. 24229262

COMO REQUISITO PRINCIPAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÓNOMO.

Maturín, Abril del 2018.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS

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° 1872

En Maturín, siendo las **9:30** (**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: **"EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE CAL EN LA PRODUCCIÓN DE NÓDULOS DE RHYZOBIUM EN EL CULTIVO DE FRIJOL BAYO** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) **EN DOS SUELOS UTLISOLES DE LA SABANA DE JUSEPIN, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO"** Por **el** Bachiller: **YONATHAN MANUEL MORAO VERGARA, C.I: 24.229.262**. El jurado, luego de la discusión del mismo acuerdan calificarlo como:

Aprobado

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

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

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

Prof. **Nelson José Montaño 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 11/06/2009 y Artículo 13 Literal J del Reglamento de Trabajo de Grado de la Universidad de Oriente. *NOTA: Para que este 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 Agronómica, EIA de la Universidad de Oriente y estar debidamente firmada por el (los) asesor (es) y miembros del jurado.

DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VAMOS

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar por darme salud, fuerza, constancia y perseverancia para alcanzar esta meta.

A mis padres, María de Lourdes Vergara Fontalvo y Julio Cesar Morao Colon por su ayuda y apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanos, Julio Cesar Morao Vergara y Yuliana María Morao Vergara quienes apoyaron y acompañaron en todo momento.

A mis abuelos, Arnaldo Vergara, Yolanda Fontalvo; Félix Morao y Doris Colon. Gracias por sus consejos, enseñanzas y apoyo esenciales para el logro de esta meta.

A la alegría y bendición de la familia entera (Tíos, Primos).

Yonathan Manuel Morao Vergara

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme formar parte de la CASA más GRANDE, la Universidad de Oriente, por abrirme las puertas y formar parte de esa gran familia, la Escuela de Ingeniería Agronómica.

A mi madre, María Vergara que siempre me apoyo y estuvo presente en mis peores y mejores momentos, por sus consejos y palabras de aliento cuando creía que ya no podía más. Gracias por nunca dudar de mí. Eres mi ejemplo a seguir.

Al profesor Dr. Nelson Montaño y a mi asesor, el Dr. Iván Maza por su completa disposición, apoyo, ayuda y enseñanza en la realización de mi trabajo de grado.

A mis amigos, compañeros durante toda la carrera por su apoyo incondicional: Ronald Pérez, Geraldine González, Orlando Suarez, Darcy Chacón, Richard Guzmán, Iván Pérez, lubi Urbina, Manuel Pacheco. Por esta gran familia que me regala la escuela de ingeniería agronómica.

A los amigos fuera de la universidad que me apoyaron y formaron parte de esta meta: Francisco Rodríguez, Luisana Rivera, Dorianny González, Rosa Rodríguez. Dios en su gran misericordia ha puesto a grandes personas en mi camino las cuales es imposible no agradecerle por tanto: Sra. Mercedes Malpica, Sr. Francisco Rodríguez, Sra. Doris Gaspar, Profesor Alexis Lezama y Pedro Salazar. Gracias por el apoyo, los consejos y buenos sus deseos. Les deseo lo mejor y todas las bendiciones y el éxito que Dios les pueda brindar.

Yonathan Manuel Morao Vergara

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... **iii**
AGRADECIMIENTOS ..... **iv**
ÍNDICE GENERAL ..... **v**
LISTA DE CUADROS DE TEXTO ..... **vii**
LISTA DE FIGURA ..... **viii**
RESUMEN ..... **ix**
SUMMARY ..... **x**
INTRODUCCION **1**
OBJETIVOS **3**
OBJETIVO GENERAL 3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
REVISIÓN DE LITERATURA **4**
IMPORTANCIA DEL CULTIVO 4
FRIJOL BAYO VARIEDAD (TUY) 5
FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO 5
INTERACCIÓN PLANTA-RHIZOBIUM 7
CARACTERÍSTICAS DE RHIZOBIUM SP 8
TIPOS DE NÓDULOS EN LAS LEGUMINOSAS: 9
LA ACIDEZ DEL SUELO EN LA FIJACIÓN DE NITRÓGENO 10
CONDICIONES DE LOS SUELOS DE SABANA. 11
ADAPTACIÓN DEL FRIJOL A LAS SABANAS 12
SUELO Y SU CARACTERIZACIÓN 12
Suelo 12
Caracterización de los suelos 14
Textura 14
El pH 14
Conductividad 15
Materia orgánica 15
ENCALADO 15
Fuentes de enmienda (Cal) 17
MATERIALES Y METODOS **18**
UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO 18
MATERIALES UTILIZADOS 19
INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO Y MANEJOS CULTURALES 19
DISEÑO EXPERIMENTAL 19
TRATAMIENTOS 20
PLANO EXPERIMENTAL 20
CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS COMO SUSTRATOS 20

DETERMINACIÓN DE ALGUNAS CARACTERISTICAS 21
El pH del suelo se por el método del potenciómetro 21
Conductividad Eléctrica por el método del Conductimetro 21
Materia Orgánica, método Walkley and Blanck, (Colorímetro) 21
Fosforo por el método de Bray N° 1 23
Textura 23
PARÁMETROS BIOMÉTRICOS DEL CULTIVO 24
Altura de la planta 24
Número de hojas por planta 25
Diámetro de la base del tallo 25
Biomasa fresca parte aérea y de la raíz 26
Biomasa seca parte aérea y de la raíz 26
Número total de nódulos 26
Número de nódulos categorizados por color 26
Volumen de la raíz 27
Análisis de los resultados 27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28
CARACTERIZACION DE LOS SUELOS 28
VARIABLES EVALUADAS A LOS 20 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA 29
Altura de la planta 29
Número de hojas por planta 30
Diámetro del tallo 30
VARIABLE EVALUADA A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA 30
Altura de la planta 30
Número de hojas por planta 31
Diámetro del tallo 31
VARIABLES EVALUADAS A LOS 40 DÍAS. 32
Nódulos totales 32
Nódulos Efectivos (Rojos) 34
Nódulos No Efectivos (Blancos) 35
Peso fresco de la parte aérea 36
Peso seco de la parte aérea 36
Peso fresco de la raíz 37
Peso seco de la raíz 38
Volumen de la raíz 39
CONCLUSIONES 40
RECOMENDACIONES 41
LITERATURA CITADA 42
APÉNDICES 51
HOJAS METADATOS 66

LISTA DE CUADROS DE TEXTO

Cuadro 1: Plano experimental 20
Cuadro 2. Algunas características de los suelos utilizados como sustratos 29
Cuadro 3. Prueba de diferencias de promedios con las medias originales y transformadas para la variable Numero de nódulos totales en las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos. 33
Cuadro 4. Prueba de diferencias de promedios con las medias originales y transformadas para la variable número de nódulos Efectivos (rojos). De la plantas de frijol bayo (Vigna unguiculata (L) Walp).en los diferentes tratamientos 34
Cuadro 5. Prueba de diferencias de promedios con las medias originales y transformadas para la variable número de nódulos no efectivos (blancos), de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos. 35
Cuadro 6. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso seco de la parte aérea de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).*en los diferentes tratamientos. 37
Cuadro 7. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso fresco de la raíz de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).*en los diferentes tratamientos. 38

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Ubicación del experimento 18
Figura 2: A. Potenciómetro evaluación pH; B. Conductimetro evaluación CE 21
Figura 3: A. Dicromato; B. Ácido sulfúrico; C. cámara de gases; D. Espectrómetro; E. Muestras 22
Figura 4. A. filtrado de las muestras, blanco; B. Espectrómetro calibrado 882 mu ... 23
Figura 5. Muestras y toma de lecturas para textura 24
Figura 6. Altura de la planta 25
Figura 7. Número de hojas 25
Figura 8. Diámetro de la base del tallo 26
Figura 9. A, y B. Conteo manual de nódulos totales y caracterizados por color 27

EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE CAL EN LA PRODUCCIÓN DE NÓDULOS DE RHYZOBIUM EN EL CULTIVO DE FRIJOL BAYO (*Vigna unguiculata (l) walp)*. **EN DOS SUELOS ULTISOLES DE LA SABANA DE JUSEPÍN, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.**

Autor: Br. Morao Vergara Yonathan Manuel

RESUMEN

Las leguminosas entre ellas el frijol, son el único grupo de plantas capaz de formar simbiosis en su raíz con la bacteria rhyzobium estas caracterizadas por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo, el alto costo, escases e impacto ambiental de los fertilizantes nitrogenados ha provocado que surja la inquietud de buscar alternativas sustentables que maximicen la producción de nódulos de rhyzobium. De esto se desprende este trabajo donde se pretende visualizar el posible efecto de las dosis de cal ($CaCO_3$), 0, 500, 1000 y 2000 kg/ha en la producción de nódulos de rhyzobium en las plantas de frijol bayo en dos suelos de sabana. La investigación se llevó a cabo en ambiente protegido, invernadero I del Centro de Postgrado de la Universidad de Oriente, campus Juanico, Maturín, estado Monagas. El análisis estadístico de los datos obtenidos, se llevó a cabo siguiendo un diseño bloques al azar, de 8 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados indican que las dosis 1000 y 2000 presentaron un aumento aunque no significativo para el número de nódulos efectivos, las dosis de cal no afectaron las variables biométricas eveluadas en el ensayo

Palabras claves: Nódulos – Rhyzobium – Producción.

SUMMARY

The legumes, among them the bean, are the only group of plants able to form symbiosis in their roots with the rhyzobium bacteria, characterized by their ability to fix atmospheric nitrogen to the soil, the high cost, scarcity and environmental impact of nitrogen fertilizers have caused that there is a concern to look for sustainable alternatives that maximize the production of rhyzobium nodules. From this it follows this work which aims to visualize the possible effects of the doses of lime (CaCO3), 0, 500, 1000 and 2000 kg / ha in the production of rhyzobium nodules in the plants of brown beans in two savanna soils . The research was carried out in a protected environment, greenhouse I of the Postgraduate Center of the Universidad de Oriente, Juanico campus, Maturín, Monagas state. The statistical analysis of the data obtained was carried out following a randomized block design of 8 treatments and 4 repetitions. The results indicate that doses 1000 and 2000 showed an increase, although not significant for the number of effective nodules, the doses of lime did not affect the biometric variables revealed in the trial.

INTRODUCCION

El fríjol bayo *(Vigna unguiculata L. (Walp)* es una leguminosa anual; originaria de África e India y ampliamente cultivada en áreas tropicales y subtropicales (Carvalho et al., 2012) es utilizada como fuente de proteína, calorías, fibra, minerales y vitaminas (Sinha y Kawatra, 2003; Santos et al., 2007; Frota et al., 2008); ocupa el segundo lugar después de los cereales como fuente de carbohidratos y proteínas en la dieta humana, en Venezuela ocupa el segundo lugar entre las leguminosas de granos comestibles, su cultivo se realiza principalmente en las zona llanera y nororiental del país (Instituto de Investigación en Agricultura Tropical -IITA, 2007).

El estado Monagas cuenta grandes extensiones de suelos de sabana que se caracterizan por poseer una baja "fertilidad química" y pH frecuentemente ácido (Sánchez, C. 1985). Sin embargo, poseen buenas condiciones físicas, topográficas y climatológicas, lo que les asigna potencialidad para la producción extensiva de muchos cultivos (Sánchez, P. 1981; Spain et al. 1975). Citados por (Sifontes K. 1989).

El frijol se adapta a condiciones de escasez de agua y baja fertilidad de suelos y tolera condiciones de acidez de los suelos. Este cultivo, además tolera climas cálidos y se adapta a diferentes suelos por lo que se ha establecido la potencialidad del cultivo, para ser cultivado en forma económicamente rentable bajo condiciones de sabana, mediante un manejo adecuado de ciertas prácticas culturales tales como lo son: encalado, fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades, época de siembra y distancia de siembra. (Leon. 1987; Navarro.1986; Sifontes K. 1989).

Las leguminosas entre ellas el fríjol tienen la capacidad de formar simbiosis en su raíz con bacterias de genero rhyzobium, estas caracterizadas por su capacidad de

fijar nitrógeno atmosférico al suelo. En general la acidez del suelo restringe la actividad de la mayoría de los microorganismos del suelo. El encalado mejora apreciablemente las condiciones del suelo y permite un adecuado desenvolvimiento de la actividad microbiana (Malavolta et al., 1991). Dentro de la actividad microbiana, el proceso de fijación de nitrógeno atmosférico es favorecido por el encalado.

En este sentido se orienta este ensayo, a fin de conocer el efecto de las dosis de cal sobre la producción de nódulos de Rhyzobium de las cepas nativas presentes en los suelos utilizados como sustrato, esto permitirá obtener la dosis de cal indicada para que la simbiosis Rhizobium- leguminosa se efectué de manera adecuada para la fijación biológica de Nitrógeno en el cultivo de Frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Wap). Representando un importante aporte a nuestro país, reduciendo el impacto económico y ambiental que implicaría la aplicación de fertilizantes nitrogenados sobre todo en los actuales momentos donde los altos costos de producción y la escasa disponibilidad de insumos han afectado a los agricultores.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de las diferentes dosis de cal en la producción de nódulos de Rhyzobium en el cultivo de Frijol Bayo (*Vigna unguiculata (L) Walp). E*n dos suelos ultisoles de la sabana de Jusepín, bajo condiciones de invernadero.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterización de los dos suelos ultisoles de la sabana de jusepín, que se utilizaran como sustrato.

Determinar el efecto de las dosis de Carbonato de Calcio ($CaCO_3$): 0, 500, 1000 y 2000 Kg/ha. En la nodulación.

Determinar la producción de nódulos de Rhyzobium en las plantas de Frijol Bayo (*Vigna unguiculata (L) Walp.)*

Medir algunos parámetros biométricos del cultivo de frijol Bayo (*Vigna unguiculata (L) Walp.)*

REVISIÓN DE LITERATURA

IMPORTANCIA DEL CULTIVO

La familia de las Fabaceae. Tiene gran importancia en la alimentación humana y animal. Las leguminosas de grano, contribuyen el 33% de la dieta proteica necesaria para el hombre (Vance et al., 2000) y constituyen en muchos países la segunda fuente de proteínas después de los cereales. Además aportan las cantidades de lisina, aminoácido esencial sintetizado por plantas y microorganismos a partir del aspartato, deficiente en los cereales (MaheS. et al., 1994). Mientras las especies forrajeas proporcionan hojas y tallos para la alimentación ganadera.

El frijol *Vigna unguiculata (L) Walp.* Es consumido por millones de personas a nivel mundial, debido a su alto contenido de proteína (20-25%) (Fall *et al*., 2003), y en Venezuela forma parte de la alimentación; sin embargo, ha sido cultivado por muchas décadas como un cultivo marginal. Actualmente, en el país, los sistemas de producción no consideran la fijación biológica de nitrógeno y la probable existencia natural en los suelos de bacterias fijadoras de nitrógeno, que podrían ayudar a minimizar el uso de fertilizantes químicos nitrogenados. En estudios realizados (Mayz *et al*., 2003) se han encontrado cepas indígenas efectivas para algunas especies, cultivares o líneas de leguminosas, incluyendo el frijol, lo cual refuerza la importancia de la evaluación de la flora rizobiana indígena para este cultivo.

Es un cultivo de interés socioeconómico, no solo por el uso directo de sus granos (verdes o secos) y frutos verdes o legumbres en la alimentación humana, sino también por su aprovechamiento como mejorador de los suelos, al ser utilizado como abono verde, cobertura, asociación y para la rotación de cultivos, por su aporte de

nitrógeno mediante simbiosis con bacterias del suelo (Pérez et al., 2013; Valladares, 1998).

FRIJOL BAYO VARIEDAD (TUY)

Frijol de grano color crema o bayo. Plantas semierectas, vainas de color amarillo crema al secar, con longitud promedio de 15 cm ubicadas sobre las plantas. El numero de granos promedio por vaina es de 14 y con un peso de 17 gramos por cada 100 semillas, su ciclo es de 80-85 días, siendo el color de su flor morado, iniciándose su floración aproximadamente 35 días después de su germinación. Esta variedad comercial proviene de los programas de mejoramiento llevado por entidades oficiales como son el INIA, la Univercidad de Oriente (UDO) y el Servicio Nacional de Semillas (SENASEM), los cuales garantizan a los agricultures su pureza genética.

FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO

Es conocida la capacidad de las leguminosas de fijar simbioticamente el nitrogeno admosferico (FNA). Esta peculiaridad es muy ventajosa ya que con pequeñas cantidades de fertilizantes nitrogenados es posible obtener altos rendimientos, con una reducion en el impacto económico y ecológico (Garcias et al. 1996). Sin embargo para que ocurra una eficiente (FNA), las raices deben interactuar en el suelo con cepas compatibles de *Rhizobium*, por lo que factores que afecten el crecimiento de las raices o la actividad de la planta hospedera, como la acides del suelo, deben afectar la nodulacion, y por tanto la FNA (Aurag y Brhada, 1995), este proceso tambien depende de la energia suministrada por los azúcares, los cuales dependen de compuestos fosforados (Chien et al. 1993).

El nitrógeno es el elemento mayoritario en la atmósfera terrestre, sin embargo es el principal factor limitante para el desarrollo de las plantas, después del agua. Esta

paradoja se debe a que el nitrógeno molecular (N_2), no es asimilable por los seres vivos. Los sistemas biológicos sólo pueden incorporar el N_2 de forma combinada como nitrato NO_3^- o como amonio NH_4^+, por lo que la aplicación de fertilizantes nitrogenados es una práctica común en los sistemas agrarios. Sin embargo, el uso creciente de fertilizantes nitrogenados para conseguir un aumento de la productividad agrícola implica un elevado costo y ocasiona acumulación de compuestos nitrogenados tóxicos en el ambiente (Zahran et al., 2001), con el consiguiente daño para la salud humana.

La fijación biológica de nitrógeno (FBN), es un proceso natural y eficiente responsable de la mayor parte del nitrógeno fijado a los ecosistemas terrestres (Zahran et al., 1999, 2001). Además es una biotecnología agrícola limpia y respetuosa con el ambiente y por lo tanto supone una alternativa a la fertilización nitrogenada, ya que puede contrarrestar muchos de los efectos negativos de los fertilizantes (Newton, 2000; Fernández-Pascual et al., 2002; de Felipe, 2002).

La FBN es llevada a cabo por organismos procariontes en vida libre o en asociaciones simbióticas con plantas y consiste en la reducción de nitrógeno molecular a amoniaco. Una de las asociaciones simbióticas de mayor interés agronómico es la establecida entre diferentes géneros bacterianos denominados rizobios y plantas de la familia Leguminosae.Antecedentes históricos establecen que la relación simbiótica leguminosa/Rhizobium fue descrita por Heliridgel en 1866 (Date, 1965)

En el caso de las leguminosas aun cuando algunos investigadores señalan que la no aplicación de N es factor fundamental para obligar al cultivo a fijar este nutrimento del aire, también ha sido demostrado que en suelos de muy baja fertilidad como de la altiplanicie de mesa disectada, es necesario aplicar dosis mínimas de éste

y otros elementos (Hardarson y Danso 1991; Kipe-Nolt et al., 1991; Muller et al., 1991).

INTERACCIÓN PLANTA-RHIZOBIUM

El establecimiento de la simbiosis es un proceso complejo que está regulado por el simbionte vegetal (Kiers et al., 2003). En la interacción simbiótica los rizobios reconocen específicamente a la leguminosa huésped para que se establezca la simbiosis. En la asociación simbiótica es la planta la que suministra la energía y el sistema de protección necesario para que la bacteria lleve a cabo el proceso de fijación de nitrógeno, a través del desarrollo de un nuevo órgano, el nódulo. Esta fijación enzimática del nitrógeno se realiza en el nódulo radical, donde se crean las condiciones bioquímicas necesarias para el proceso.

Durante la formación del nódulo tienen lugar dos procesos: la infección y la organogénesis nodular. Estos dos procesos ocurren simultáneamente, a través de lo que se ha denominado "dialogo molecular" entre la bacteria y la planta. El intercambio de señales químicas entre ambos simbiontes activa genes específicos en la leguminosa y en el rizobio. La infección se inicia con la emisión de señales de la planta hacia el Rhizobium. Los rizobios atraídos por los exudados excretados por las raíces de la leguminosa colonizan y proliferan en la rizosfera. Los exudados radicales contienen azúcares, aminoácidos y otros nutrientes (Kiers et al., 2003).

En la infección, los rizobios contactan con la raíz a través del pelo radical induciendo la deformación y curvatura en forma de cayado de pastor. En este proceso se produce la alteración y degradación de los polisacáridos de la pared celular vegetal en un punto muy localizado (Van Rhijn, R et al.1998).

Las bacterias se liberan al citoplasma celular vegetal mediante un proceso que se asemeja a la endocitosis a través de una estructura característica denominada gota de infección, en este momento las bacterias se transforman en bacteroides. Y finalmente se rodean de una membrana de origen vegetal derivada de la membrana plasmática, la membrana peribacteroidal (MPB), membrana en íntimo contacto con el bacteroide (de Felipe et al., 1997).

Se ha señalado que factores genéticos tanto de la leguminosa hospedera como de los rizobia controlan el proceso de fijación de nitrógeno. La asociación es iniciada cuando los flavonoides de la planta incitan la expresión de los genes rizobiales de la nodulación (genes nod), que inducen la síntesis de la señales de la nodulación (señales Nod), que activan el programa de desarrollo que conduce a la formación de los nódulos en la planta hospedera (Arango y Gage, 2009).

Una señalización inefectiva puede afectar negativamente el desarrollo de un número apropiado de nódulos para el mantenimiento de un suministro adecuado de nitrógeno necesario para el sustento del crecimiento, impidiendo el desarrollo de nódulos normales y efectivamente funcionales. Se ha indicado además, que las señales Nod estimulan la secreción de proteínas en el ambiente, a las cuales se les atribuye la determinación del rango de hospederos a infectar, conjuntamente con la naturaleza química (Arango y Gage, 2009).

CARACTERÍSTICAS DE RHIZOBIUM SP

(Holt et al., 1994) en el manual Bergey´s de determinación bacteriológica (2000) describe la familia Rhizobiacea, constituida por bacilos móviles del suelo Gram negativos, aeróbios, con presencia de flagelos y sin endosporas; cinco géneros forman simbiosis con leguminosas: Rhizobium, Azorhizobium, Bradyrhizobium, Protorhizobium y Sinorhizobium.

Algunos autores (Mayea et al. 1998) y (Martínez-Viera 1986), las especies del género Rhizobium son quimiorganotróficas y crecen mejor sobre medios complejos de 25 a 30 ºC, 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, según (Mayea et al. 1998) 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.

TIPOS DE NÓDULOS EN LAS LEGUMINOSAS:

- **Nódulos determinados:** los cuales se originan de un meristemo que determina su crecimiento durante un periodo de tiempo limitado y cuyas etapas de desarrollo nodular están separadas en el tiempo (Nap y Bisseling, 1990). A este grupo pertenecen leguminosas de climas tropicales como Glycine, Phaseolus, Vigna.
- **Nódulos indeterminados:** son generalmente pleomórficos, de crecimiento continuo debido a que el meristemo apical mantiene su actividad de forma perenne. Y cuyas etapas de desarrollo del nódulo están separadas en el espacio y no en el tiempo (Nap y Bisseling, 1990). Este es el tipo de nódulo que presentan las leguminosas de zonas templadas, Pisum, Vicia, Trifolium y Medicago.

LA ACIDEZ DEL SUELO EN LA FIJACIÓN DE NITRÓGENO

En general la acidez del suelo restringe la actividad de la mayoría de los microorganismos del suelo. El encalado mejora apreciablemente las condiciones del suelo y permite un adecuado desenvolvimiento de la actividad microbiana (Malavolta et al., 1991).

Dentro de la actividad microbiana, el proceso de fijación de nitrogeno admosferico es favorecido por el encalado. La actividad de las especies de Rhizobium en las leguminosas se restringe a pH bajo, el encalado permite un mayor cercimiento de las leguminosas debido a que estas pueden fijar una cantidad mayor de nitrogeno. Gracias a las adecuadas condiciones para el desarrollo de la bacteria (Gutierrez 1992)

Es importante conocer la acidez del suelo, desde el punto de vista de la planta, ya que se sabe el pH que normalmente es mejor para cada especie de leguminosas, y al mismo tiempo se conoce que los Rhizobium se comportan también de diferentes maneras frente al nivel de pH del suelo(Ruiz. T et.,al 1979) Así tenemos que:

- *Rhizobium phaseoli:* se desarrolla hasta pH 3.5
- *Rhizobium meliloti:* requiere un mínimo de pH 5.5
- *Rhizobium trifolii:* se comporta bien entre 3.5 y 5.5 soportando hasta pH 8.9

Por otra parte, (Aparicio-Tejos et al. 2000) señalan que el calcio es abundante en la mayoría de los suelos y rara vez se comporta como un factor limitante, salvo en suelos ácidos donde puede ser necesario el aporte de sales cálcicas. En tal sentido, (Arun-Prasad et al. 1990), observaron que aplicaciones de carbonato de calcio en dosis bajas produjeron incrementos de la materia seca., aunque en mayores dosis redujeron la altura inicial de las plantas, y (Norris 1958), encontró que el calcio

contribuía a una buena nodulación siempre que se encontrara en niveles bajos. La adición de calcio actúa como inhibitorio por causar un efecto detrimental en las poblaciones de *Rhizobium* presumiéndose un antagonismo con la absorción del magnesio.

Según (Martínez-Viera 1986), 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_2 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-1 de grano.

CONDICIONES DE LOS SUELOS DE SABANA.

Los suelos de sabana se caracterizan por poseer una baja "fertilidad química". pH frecuentemente ácido (4,0 a 5,0) con relativo contenido de aluminio intercambiable, baja capacidad de intercambio catiónico y muy pobres en coloides orgánicos e inorgánicos (Sánchez, C. 1985). Sin embargo, poseen buenas condiciones físicas, topográficas y climatológicas, lo que les asigna potencialidad para la producción extensiva de muchos cultivos (Sánchez, 1981; Spain et al. 1975). Citados por (Sifontes K. 1989)

El catión más común en los suelos ácidos tropicales es el aluminio, ya que, el material parental de estos suelos está constituido por compuestos que tienen alto contenido de aluminio (Sánchez, P. 1981).

ADAPTACIÓN DEL FRIJOL A LAS SABANAS

Ensayos realizados en la estación agrícola experimental de sabana, de la universidad de oriente, en Jusepín. Estado Monagas, se ha establecido la potencialidad del cultivo de frijol, para cultivarlo en forma económicamente rentable bajo condiciones de sabana, mediante un manejo adecuado de ciertas prácticas culturales tales como lo son: encalado, fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades, época de siembra y distancia de siembra. (Leon. 1987; Navarro.1986; Sifontes K. 1989).

SUELO Y SU CARACTERIZACIÓN

Suelo

Es la capa superficial de la corteza terrestre en la que viven numerosos organismos y crese 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 infertilidad, el cual identifica una deficiencia general de varios macros y micro elementos, alta acidez, toxicidad de 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 e impedimentos para el desarrollo radical (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 del 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 cultiva 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 influencia 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, 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)

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 algunas de ellas:

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)

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)

ENCALADO

El encalado es el método más común y efectivo para corregir la acidez del suelo, y consiste en la aplicación masiva de sales básicas con el objeto de neutralizar la acidez causada por hidrógeno y aluminio (Molina 1998). La cal aplicada al suelo causa una serie de reacciones químicas que elevan el pH y disminuyen la acidez,

reduciendo las concentraciones de aluminio e hidrógeno a niveles no tóxicos para las plantas.

La reducción de la acidez y la toxicidad de aluminio mejora el crecimiento de las raíces de las plantas permitiéndoles profundizar más en el perfil del suelo y explorar un mayor volumen de suelo en busca de agua y nutrientes. Se ha comprobado que un buen crecimiento del sistema radical está directamente relacionado con un mayor desarrollo de biomasa aérea, un aumento en la producción, y un mejoramiento en la sanidad de la planta.

La acción neutralizante de los materiales de encalado no se debe en forma directa al calcio y el magnesio, sino más bien a las bases químicas a la cual están ligados estos cationes: CO_3^{-2},OH^- ,y SiO_3^{-2} . Los cationes reemplazan a los iones ácidos de las posiciones intercambiables y los ponen en solución, y al entrar en contacto la cal con el agua del suelo (Espinosa 1995). Las sales básicas se disocian y generan cationes y OH^- . Los OH^- generados por los carbonatos, hidróxidos y silicatos son los que neutralizan la acidez del suelo al propiciar la precipitación del aluminio como $Al(OH)_3$ y la formación de agua. Las sales básicas de calcio y magnesio son muy abundantes en la naturaleza, y además estos dos elementos son esenciales para la nutrición de las plantas. Por este motivo constituyen los correctivos de acidez de mayor uso.

El mismo autor. El Ca no interviene en la neutralización de la acidez, sino más bien es el anión CO_3^{-2} el que al hidrolizarse produce iones OH^- que neutralizan los iones H^+ provenientes de la hidrólisis del Al y precipitan al mismo Al. medida que ocurre este proceso, se incrementa la actividad del H y se reduce el pH del suelo. La acidificación progresiva del suelo es favorecida cuando se utilizan dosis altas de fertilizantes nitrogenados o amoniacales.

Fuentes de enmienda (Cal)

(Molina 1998). La roca caliza, calcárea o calcita está compuesta principalmente de carbonato de calcio ($CaCO_3$), siendo el material más utilizado para la corrección de la acidez del suelo debido a que es un producto natural que se encuentra en casi todas partes. Se encuentran como yacimientos de roca caliza en montañas, planicies, valles y en áreas cercanas a las costas. Otros materiales como el óxido de calcio (cal viva) se obtiene a partir de la calcinación total de la roca caliza a alta temperatura, y el hidróxido de calcio (cal apagada) a partir del humedecimiento y posterior secado del mismo óxido.

La cal dolomítica contiene carbonatos de calcio y magnesio, lo que la hace más atractiva que la cal calcítica debido a que la mayoría de los suelos ácidos son deficientes en magnesio. Otro es el óxido de magnesio, conocido también como Magox, y en su forma pura contiene 60% de Mg. Es una fuente excelente en suelos ácidos con problemas de Mg, siendo su capacidad de neutralización de la acidez mucho más elevada que la de otros materiales. Otros productos neutralizantes de la acidez del suelo incluyen la magnesita ($MgCO_3$), escorias industriales (silicatos de Ca y Mg), arcillas calcáreas, etc. (Espinoza y Molina 1999)

MATERIALES Y METODOS

UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en el periodo en el mes de junio de 2017, totalizando cuarenta y cinco días, en el invernadero 1 del Centro de Postgrado de la Universidad de Oriente, campus Juanico, Maturín, estado Monagas. Venezuela, según la Estación Meteorológica F.A.V está ubicada geográficamente a 9º 45’ de Latitud Norte y 63º 11’ de latitud Oeste, con altura de 65 msnm.

Figura 1: Ubicación del experimento

MATERIALES UTILIZADOS

El material genético utilizado fue, semillas de frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), Donadas por productores de aguasay. Se utilizó como sustrato dos suelos de la sabana de jusepín municipio Maturín, Suelo de Potrero (SP) y Suelos de Laguna (SL).

INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO Y MANEJOS CULTURALES

Las plantas fueron conducidas en macetas con 2 kilogramos de suelo, dispuestas linealmente sobre mesones de concreto pertenecientes el invernadero 1 de posgrado de Juanico. Cada maceta constituía una unidad experimental, para un total de 36 macetas, las cuales fueron dispuestas al azar. Se utilizara el cultivo de frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

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 (P_2O_5). El control de maleza fue de forma manual para evitar daños al cultivo.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques al azar. (DBA), con ocho tratamientos y cuatro bloques, para un total de 32 unidades experimentales, cada unidad experimental constituida una maceta con 5 plantas, Se sembraron en 2 kg de suelo, a una profundidad de 1 cm empleando como sustrato los dos suelos de la sabana de Jusepín, Suelo potrero (SP) y suelo laguna (SL).

TRATAMIENTOS

T1: suelo potrero dosis de carbonato de calcio 0 kg/ha

T2: suelo potrero dosis de carbonato de calcio 500 kg/ha

T3: suelo potrero dosis de carbonato de calcio 1000 kg/ha

T4: suelo potrero dosis de carbonato de calcio 2000 kg/ha

T5: suelo laguna dosis de carbonato de calcio 0 kg/ha

T6: suelo laguna dosis de carbonato de calcio 500 kg/ha

T7: suelo laguna dosis de carbonato de calcio 1000 kg/ha

T8: suelo laguna dosis de carbonato de calcio 2000 kg/ha

PLANO EXPERIMENTAL

REPETICIONES			
I	II	III	IV
T8	T6	T5	T4
T1	T3	T1	T2
T7	T8	T7	T6
T3	T2	T4	T7
T6	T1	T6	T1
T2	T5	T8	T5
T5	T7	T2	T3
T4	T4	T3	T8

Cuadro 1: Plano experimental

CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS COMO SUSTRATOS

La caracterización de los materiales que se utilizaron como sustratos para producción de las plantas, fue realizada en el laboratorio de suelos de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Campus Juanico. El material que se utilizó como sustrato fue recolectado en la unidad experimental de zootecnia Jusepín. (Finca UDO Jusepín), Estado Monagas. Esta consta de dos suelos ultisoles de sabana; SP (suelo

potrero) y el SL (suelo laguna). Se evaluaron los Rhizobium nativos estimulados por las diferentes dosis de cal agrícola.

En las muestras de suelos recolectadas se evaluaran las siguientes características.

DETERMINACIÓN DE ALGUNAS CARACTERISTICAS

El pH del suelo se por el método del potenciómetro

Conductividad Eléctrica por el método del Conductimetro

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 conductimetro CE y Potenciómetro pH.

Figura 2: A. Potenciómetro evaluación pH; B. Conductimetro 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 añadió 85 ml de agua destilada a cada uno y son llevados al espectrómetro para su evaluación. Este método requiere de un testigo o blanco preparado mezclando todos los reactivos usados anteriormente, necesario para la calibración del equipo.

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

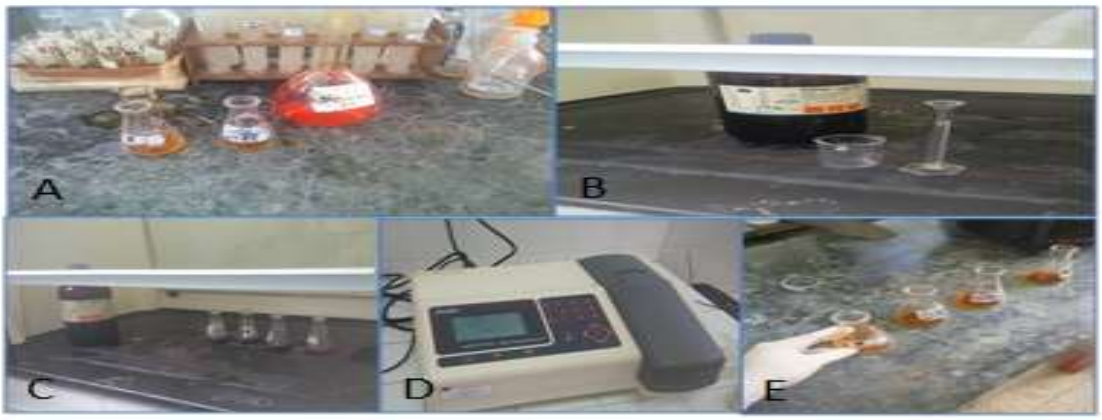

Figura 3: A. Dicromato; B. Ácido sulfúrico; C. cámara de gases; D. Espectrómetro; E. Muestras

Fosforo por el método de Bray N° 1

Se tomaron 2.5 g de cada suelo seco tamizado a 2 mm, se le adiciono 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 NH_4F. Para el cálculo del 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 y este multiplicado por 40.

Figura 4. A. filtrado de las muestras, blanco; B. Espectrómetro calibrado 882 mu

Textura

Se tomaron 100g de cada suelo y se llevaron al agitador por 5 minutos, se llevaron a cilindros grandes y se completó con agua hasta alcanzar los 1000ml del cilindro. Se agito el 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.

$$\%a = 100 - \left(\frac{lect.corregida\ 40seg}{peso\ de\ la\ muestra}\right) x\ 100$$

$$\%A = \left(\frac{lect.corregida\ 2h}{peso\ de\ la\ muestra}\right) x\ 100$$

Figura 5. Muestras y toma de lecturas para textura

PARÁMETROS BIOMÉTRICOS DEL CULTIVO

Altura de la planta

Con una cinta métrica convencional se midió en centímetros (cm) la altura de todas las plantas por tratamiento desde la base del tallo hasta la yema apical de la misma, esto se realizó a los 20 y 30 días después de la siembra.

Figura 6. Altura de la planta

Número de hojas por planta

Se realizó haciendo un conteo manual de las hojas verdaderas de cada planta, de igual manera a los 20 y 30 días después de la siembra.

Figura 7. Número de hojas

Diámetro de la base del tallo

Con la ayuda de un vernier mecánico se midió el diámetro en (mm) de todas las plantas por tratamiento a una altura aproximada 1cm del suelo, de igual manera a los 20 y 30 días después de la siembra.

Figura 8. Diámetro de la base del tallo

Biomasa fresca parte aérea y de la raíz

Al término del experimento se procedió a separar con un bisturí ambas partes (aérea y raíz), y se obtuvo el peso de cada una mediante una balanza digital.

Biomasa seca parte aérea y de la raíz

Después de secar las muestras durante un lapso de 48 horas en una estufa a 70°C, cada tratamiento se volvió a pesar para obtener el peso seco parte aérea y peso seco raíz.

Número total de nódulos

Se realizó a través de un conteo manual de todos los nódulos en cada una de las plantas por tratamiento.

Número de nódulos categorizados por color

Efectivos (rojos) y no efectivos (blancos): inspección con lupa manual de cortes transversales a mano.

Figura 9. A, y B. Conteo manual de nódulos totales y caracterizados por color

Volumen de la raíz

Después de secar las raíces durante un lapso de 48 horas en una estufa, estas fueron pesadas y posteriormente con un cilindro graduado con agua y se calculó el volumen de la raíz V_1-V_2=VR.

Análisis de los resultados

En cuanto al diseño del ensayo y al análisis estadístico, se llevó acabo siguiendo un diseño bloques al azar en cada tratamiento constó de 4 repeticiones. Los datos se analizaron estadísticamente a través de Análisis de Varianza (ANOVA) fue empleada la prueba de rangos múltiples de Duncan, al nivel de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERIZACION DE LOS SUELOS

En esta parte se presenta el análisis e interpretación de los resultados basado en el estudio realizado para dar respuesta a la caracterización los dos suelos ultisoles de la sabana SP (suelo potrero) y SL (suelo laguna), que se utilizaron como sustrato.

En el Cuadro 2. Se muestran algunas características de los dos sustratos evaluados. Al analizar el estado nutricional de los dos suelos se puede observar que el SP tuvo un pH 4,75. Similar al reportado por (K. Sifontes 1989) en su investigación realizada en un ultisol de la sabana de jusepín, con pH 4,8 en presiembra y este mismo superior al obtenido en el SL con un pH 4,41. Ambos valores de pH tanto para el SP y SL fueron superiores a los reportados por (Sánchez 1985) donde los suelos de altiplanicie de la mesa de los llanos orientales de Venezuela en el cual está incluido el suelo donde se realizó este trabajo con un pH 4,3.

Tomando en consideración el %M.O para ambos suelos, se obtuvo un resultado de 5,09% y 3,90% para SP y SL respectivamente. Estos porcentajes fueron superiores a los reportados por Sánchez (1985), Navarro (1986) y Campos (1987) referenciados en la tesis de Sifontes (1989) quién trabajó en un ultisol de la sabana de jusepín encontrando valores para %M.O de 1,47.

Esta variación ascendente para la %M.O en los suelos de sabanas estudiados pudiera estar influenciado por el uso de éstos como potreros aumentando su contenido de materia orgánica.

En cuanto a conductividad electrica CE. Se obtuvo valores para el SP 1,296 ds/cm y para el SL 0,413 ds/cm.

Los resultados obtenidos para el contenido de fosforo 2,4 y 0,4 ppm para los suelos de potrero y de laguna respectivamente. Valores inferiores a los reportados Por Sifontes (1989), reporta contenido de Fosforo disponible en la Sabana de Jusepín en el rango de 6,62 a 7,42 ppm, estos inferiores a los reportados por Campos (1987) y Navarro (1986) para suelos cultivados, pero similares a los reportados por Navarro en suelos en barbecho.

En cuanto a la textura el SP reporto %a=67; %A=17 y % l=16 ubicando al mismo en una textura Franco arenosa. Mientras que el SL reporto %a=76,5; %A=7 y %l=16,5 ubicándolo en textura arenosa esto según el diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo, de acuerdo con el USDA.

Cuadro 2. Algunas características de los suelos utilizados como sustratos

Suelo	pH	CE ds/cm	% MO	P (mg/kg)	Textura
SP	4,75	1,296	5,09	2,4	Fa
SL	4,41	0,413	3,90	0,4	a

SP: suelo de potrero. SL: suelo de laguna

VARIABLES EVALUADAS A LOS 20 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

Altura de la planta

En el Cuadro 1 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 20 días para la altura de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro2, Apéndice) indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos

evaluados para la variable. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar altura de la planta, siendo el promedio general de 26,21 cm y un coeficiente de variación de 10,02%.

Número de hojas por planta

En la Cuadro 3 del apéndice se muestran los totales y promedios a los 20 días, para el número de hojas por planta de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 4, Apéndice) indicó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar número de hojas por planta, Obteniendo promedio general de 2,75 y un %CV 12,49.

Diámetro del tallo

En el Cuadro 5 del apéndice se muestran los totales y promedios a los 20 días, para el diámetro del tallo de las plantas de frijol bayo, El análisis de varianza (Cuadro 6, Apéndice) arrojó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar diámetro, observándose un promedio general de 3,28 mm y Con %CV 6,77.

VARIABLE EVALUADA A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

Altura de la planta

En el Cuadro 7 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 30 días, para la altura de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 8, Apéndice) refleja que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Obteniendo un promedio general: 30,47 cm y %CV: 11,85.

González (1988) reporta una altura de 37,20 cm y Burguera y Sánchez (2012) con 40,98 cm para el frijol bayo, en investigaciones realizadas en diferentes localidades del país. Mayz J, et al. (2010) en su investigación Efectividad de cepas rizobianas nativas de sabana en Vigna unguiculata (L.) Walp. cv. C4A-3 reportar para N1 (Tratamiento no inoculado) una altura 25,20 cm ±1,11 evaluados a los 45 días después de la siembra.

Número de hojas por planta

En la Cuadro 9 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 30 días, para el número de hojas por planta de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 10, Apéndice) indicó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Obteniendo un promedio general de: 3,70 y %CV: 12,36

Mayz (2010) en su investigación evaluación de las cepas rizobianas nativas de sabana *Vigna unguiculata (L.)Walp.* Con promedio de 5,50±0,6

Diámetro del tallo

En el Cuadro 11 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 30 días, para el diámetro del tallo de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro12, Apéndice) arrojó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Con y promedio general de 3,41 mm y %CV: 7,25.

Sifontes (1989) en su investigación Evaluación Agronómica de nueve cultivares de frijol bayo (*Vigna unguiculata (L) Walp), para el Tuy, e*n respuesta a tres dosis de cal en un ultisol de la sabana de jusepín. Con un promedio de 10,2 mm a la cosecha. (Burguera Y. y Sánchez H. 2012). En su investigación evaluación morfológica de tres

variedades de (*Vigna unguiculata)* en el estado portuguesa. Con un promedio para el bayo de 5,5 mm.

Tomando en consideración los resultados obtenidos para los 20 y 30 después de la siembra, al analizar los caracteres biométricos de las plantas evaluados (altura, N° hojas y diámetro) se pode notar que las dosis de cal no afectan ninguno de los caracteres evaluados ni el desarrollo general del cultivo. Esto concuerda con lo reportado por Sifontes (1989), quien señala que el diámetro del tallo, la longitud del eje central, presentaron variación entre los cultivares, pero no fueron afectados por las dosis de cal. Por su parte, Navarro (1986), trabajando con mantuano grande y otros cultivares con tres dosis de cal encontró respuesta biométricas para los cultivares más nó para las dosis de cal.

VARIABLES EVALUADAS A LOS 40 DÍAS.

Nódulos totales

En el Cuadro 13 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el número de nódulos totales de las plantas de frijol bayo en los diferentes tratamientos. El análisis de varianza, (Cuadro 14 del Apéndice) indicó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en esta variable.

En la prueba de diferencias de promedios de Rangos Múltiples de Duncan se puede observar que los T8 (54,61) y T6 (50,88) superior T1 y T2, y similares estadísticamente a T7, T5, T3 y T4. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de diferencias de promedios con las medias originales y transformadas para la variable Numero de nódulos totales en las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp)*. En los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias Originales	Medias Transformadas	L /Ámbito
T8	54,61	7,38	a
T6	50,88	7,12	a
T7	49,93	7,05	ab
T5	36,24	6,01	ab
T3	36,11	5,96	ab
T4	32,45	5,59	ab
T1	32,18	5,31	b
T2	15,13	3,56	c

Los promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí. Se aplicó la prueba de Duncan al nivel del 5% de probabilidad. T1: suelo de potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha. Los datos originales fueron transformados con $\sqrt{x}$.

Gutiérrez *et al*. (2001) evaluó el rendimiento y nodulación del frijol *Vigna unguiculata (L.) Walp* bajo dos condiciones de labranza reportaron un promedio de 21,2 números nódulos totales por planta. Briceño (1970), trabajando en las sabanas de jusepín con frijol mantuano y tres niveles de cal: 0, 1 y 2 Tn/ha observo respuesta a partir de la aplicación de 1 Tn de cal por hectárea en el número de nódulos por planta. Navarro (1986) trabajando en las sabanas de jusepín con frijol mantuano y otros cultivares y niveles de cal 0, 1 y 2 Tn/ha no obtuvo respuestas con ninguna de las dosis de cal aun cuando hubo incremento del pH.

Tomando en consideración los resultados encontrados en la literatura al compararlos con los del estudio se puede corroborar que las dosis de cal de 1000 y 2000 Kg/ha presentan un aumento aunque no significativo en el número de nódulos totales de las plantas.

Nódulos Efectivos (Rojos)

En el Cuadro 15 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el número de nódulos efectivos (rojos). De las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 16, Apéndice) indico que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

En la prueba de diferencias de promedios de Rangos Múltiples de Duncan se puede observar, T7 (37,64) superior al T4 y T2, y similar estadísticamente T8, T6, T5, T3 y T1. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de diferencias de promedios con las medias originales y transformadas para la variable número de nódulos Efectivos (rojos). De la plantas de frijol bayo (Vigna unguiculata (L) Walp).en los diferentes tratamientos

Tratamientos	Medias Originales	Medias Transformadas	L /Ámbito
T7	37,64	6,25	a
T8	34,44	5,83	ab
T6	34,04	5,77	ab
T5	27,50	5,23	ab
T3	25,30	5,01	ab
T1	24,25	4,86	ab
T4	21,88	4,22	bc
T2	8,55	2,62	c

Los promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí. Se aplicó la prueba de Duncan al nivel del 5% de probabilidad. T1: suelo de potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha. Los datos transformados con $\sqrt{x}$.

Gutiérrez et al (2001). En su investigación Evaluación del rendimiento y nodulación del frijol *Vigna unguiculata (L.) Walp.* Bajo dos condiciones de labranza obtuvo un promedio general de nódulos efectivos de 10,3. Tomando en consideración los resultados encontrados en la literatura contrastándolos con los del

estudio se puede corroborar que las dosis de cal presentan un aumento significativo en el número de nódulos efectivos rojos de las plantas.

Nódulos No Efectivos (Blancos)

En el Cuadro 17. Del apéndice se muestran los totales y promedios para el número de nódulos no efectivos (blancos), de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 18, Apéndice) indico que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

En la prueba de diferencias de promedios de Rangos Múltiples de Duncan se puede observar, T2 (5,59) similar estadísticamente a los T5 y T1 y superior al resto de los tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de diferencias de promedios con las medias originales y transformadas para la variable número de nódulos no efectivos (blancos), de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp)*. En los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias Originales	Medias Transformadas	L /Ámbito
T2	5,95	2,31	a
T5	8,94	2,94	ab
T1	8,90	2,89	abc
T4	10,58	3,08	bc
T3	10,83	3,14	bc
T7	12,98	3,42	bc
T6	16,84	4,08	bc
T8	20,23	4,44	c

Los promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí. Se aplicó la prueba de Duncan al nivel del 5% de probabilidad. T1: suelo de potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Peso fresco de la parte aérea

En el Cuadro 19 del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 40 días, para el peso fresco de la parte aérea de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 20, Apéndice) revelo que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Con promedio general de 9,64 g. y %CV: 18,83.

Peso seco de la parte aérea

En el Cuadro 21 del apéndice se muestran los totales y promedios, para el peso seco de la parte aérea de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 22, apéndice) indico que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

En la prueba de diferencias de promedios de Rangos Múltiples de Duncan se puede observar que el mayor peso seco lo presentaron las plantas pertenecientes al T3 (4,06); T2 (4,06) y T6 (3,98), similares estadísticamente a T1 y T8, y superior a T1 y T8. (Cuadro 6).

Obando (2012) en su investigación Respuesta fisiológica del frijol caupí (*vigna unguiculata (l.) walp*) a la coinoculación de bacterias diazotróficas de los géneros azotobacter y Rhizobium, reporta un promedio para el peso seco de la parte aérea de 1,66 g. Mayz (2010) en su investigación evaluación de las cepas rizobianas nativas de sabana *Vigna unguiculata (L.)Walp.* Con promedio para el peso seco de la parte aérea de 3,84±0,12 g.

Cuadro 6. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso seco de la parte aérea de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).*en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias(g)	L /Ámbito
T3	4,06	a
T2	4,06	a
T6	3,98	a
T4	3,47	ab
T5	3,40	ab
T7	3,38	ab
T1	2,42	b
T8	2,16	b

L/letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$). T1: suelo de potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Peso fresco de la raíz

En el Cuadro 23, del Apéndice se muestran los totales y promedios a los 40 días, para el peso fresco de la raíz de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 24, Apéndice) revelo que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

En la prueba de diferencias de promedios de Rangos Múltiples de Duncan se puede observar, con los mayores valores T6, T3, T7, T8, T2 y T1, similar estadísticamente a T4, y mayor que T5 (Cuadro 7)

Cuadro 7. Prueba de diferencias de promedios para la variable peso fresco de la raíz de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).*en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias(g)	L /Ámbito
T6	1,78	a
T3	1,62	a
T7	1,51	a
T8	1,45	a
T2	1,43	a
T1	1,34	a
T4	1,25	ab
T5	0,75	b

L/letras iguales indican medias estadísticamente iguales entre sí. Prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$). T1: suelo de potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Peso seco de la raíz

En el Cuadro 25 del apéndice se muestran los totales y promedios, para el peso seco de la raíz de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 26, Apéndice) arrojó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Con promedio general de 0,59 g y un %CV 47,06.

Obando (2012) en su investigación Respuesta fisiológica del frijol caupí (*vigna unguiculata (l.) walp*) a la coinoculación de bacterias diazotróficas de los géneros azotobacter y Rhizobium, reporta un promedio para el peso seco de la raíz de 0,42 g bajo condiciones protegidas a los 45 dds.

Volumen de la raíz

En el Cuadro 27 del Apéndice se muestran los totales y promedios, para el volumen de la raíz de las plantas de frijol bayo. El análisis de varianza (Cuadro 28, Apéndice) indico que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable. Con promedio general de 0,42 cm^3. Y un %CV 35,49.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se puede llegar a las siguientes conclusiones:

En cuanto a los suelos utilizados como sustratos ambos presentaron pH en el rango de moderadamente ácido y baja fertilidad con variabilidad en sus propiedades físicas.

Las propiedades biométricas de las plantas (altura, N° hojas y diámetro), mostraron similitud para las dosis de cal utilizadas en el estudio.

Los tratamientos 1 y 8 tuvieron el menor peso seco de la parte aérea mientras que el tratamiento 5 lo tuvo en el peso fresco de la raíz.

No hay un patrón de respuesta que permita generalizar en las variables de nodulación analizando las individualmente.

- El Tratamiento 1 fue inferior con respecto al 6 para los nódulos totales pero presentaron similitud en el número de nódulos efectivos.
- El tratamiento 4 (SP+2000 kg cal/ha) disminuyo el número de nódulos efectivos.
- Los tratamientos 8,6 y 7 presentaron un aumento en el número de nódulos no efectivos.

RECOMENDACIONES

Repetir el ensayo utilizando otro diseño experimental con repeticiones espaciadas en el tiempo para reducir el error experimental.

Evaluar los diversos materiales de enmienda para corregir acidez del suelo y estudiar su comportamiento en la producción de nódulos de Rhizobium.

Estudiar el comportamiento de las plantas hasta cosecha para observar cómo influye la variable evaluada en la producción del cultivo.

LITERATURA CITADA

Aparicio-Tejos, P.; C. Arrese-Igor y M. Becama. 2000. Fijación de nitrógeno. In: J. Azcon-Bietos y M. Talón (eds.). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Mc Graw Hill. Barcelona. [En línea], [revisado 04-06-2017]. Disponible en: http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetalAzcon.pdf

Arango, C. y D. Gage. 2009. HPrK Regulates Succinate-Mediated Catabolite Repression in the Gram-Negative Symbiont *Sinorhizobium meliloti* J. Bacteriol. 191(1):298-309.[En línea], [revisado 04-06-2017]. Disponible en: http://jb.asm.org/content/191/1/298.full#fn-1

Aguilera N. 1989 Tratado de Edafología de México, Tomo I, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México.

Arun-Prasad, N.; T. K. Kapoor; P. Khatin; J. Chouham y A. Bhowmick. 1990. Effect of salts on the soil reaction and growth and dry matter yield of Leucaena leucocephala and Acacia auriculiformis in pot cultures. Indian Forests 116 (3): 227-232. [En línea], [revisado 20-05-2017]. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612003000200004

Bornemisza E. 1982. Introducción a la Química de Suelos, Universidad de Costa Rica, San José. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Monografía no. 25 p. 21-47.

Buckman H. y Brady N. 1966. The Nature and Properties of Soils. The Macmillan company. 590 pp.

Burguera Y. y Sánchez H. 2012. Evaluación y desarrollo morfológico de tres variedades de frijol *(Vigna unguiculata (L.) Walp.)* En el municipio Guanare Estado Portuguesa.[En línea], [revisado 01-27-2018]. Disponible en Internet:

https://es.scribd.com/doc/113521628/Evaluacion-de-Tres-Variedades-de-Frijol-Vigna-unguiculata-en-El-Municipio-Guanare-Del-Estado-Portuguesa

Briceño, J.M 1970. Efecto de la aplicación de cal y fosforo en un suelo F-A de sabana del Estado Monagas sobre el rendimiento del frijol *(Vigna sinensis, Endl)* trabajo de grado para ingeniero agrónomo. Jusepin Venezuela. Universidad de Oriente, Escuela de ingeneria agronómica.

Chien,S. H.; Carmona, G.y Menon, R. 1993. Effect of phosphate rock sources on biological nitrogen fixation by soybean. Fertilizer research. 34: 153-159.[En línea], [revisado 05-06-2017]. Disponible en Internet: https://link.springer.com/article/10.1007/BF00750110

Date, R. 1956. Inoculación de leguminosas. Primer congreso latínoamericano de biología del suelo. UNESCO-Universidad de Chile, Santiago.

Espinosa, J. 1995. Acidez y encalado de los suelos. Informaciones Agronómicas (INPOFOS) 20:6-14.

Espinosa J.; Molina E. 1999. Acidez y encalado de los suelos. Quito, Ecuador, INPOFOS. 42 p. [En línea], [revisado 22-04-2017]. Disponible en Internet: http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf

Etzler, M.E., Kalsi, G., Ewing, N.N., Roberts, N.J., Day, R.B. y Murphy, J.B. (1999). A nod factor binding lectin with apyrase activity from legume roots. Proceedings of the National Academy of Science, U.S.A. 96: 5856-5861. [En línea], [revisado 05-06-2017]. Disponible en Internet: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC21950/

Fall, L., D. Diouf, M.A. Fall, F. Abaye y M. Gueye. 2003. Diversidad genética en variedades de *(Vigna unguiculata (L.) Walp.)* Determinadas por las técnicas ARA y RADP. Afr.J. Biotechnol. 2 (2): 48 - 50ºC.

Fernández-Pascual, M. 1984. Estudio de determinados factores responsables de la especificidad Rhizobium-leguminosa. Tesis Doctoral. Universidad

Complutense de Madrid.[En línea], [revisado 05-06-2017]. Disponible en Internet:https://es.scribd.com/document/312450793/Fijacion-Biologica391-MC-F-Pascual-Impor

Frota, K.; Soares, R. y J. Arêas. (2008) Composição química do feijão caupi (Vigna unguiculata L. Walp), cultivar BRS-Milênio. Ciênc. Tecnol. Aliment.: 28(2), 470-476

Garcias, A.; Hernández, G.; Nuviola, A.; Toscano, V. 1996. Efecto del P sobre el rendimiento y extracción de NP de frijol cultivado en tres suelos. Agronomía Mesoamericana, 7(1): 99-102. [En línea], [revisado 18-05-2017]. Disponible en Internet:http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=PNA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001185

González, E. 1988. Efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento y sus componentes asociados en el frijol *(Vigna unguiculata (L.))* tesis de grado, Maracay Venezuela. U.C.V, Facultad de agronomía. [En línea], [revisado 05-06-2017]. Disponible en Internet: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5301/arti/pelaez_n.htm

Gupta, P.; Singh, R.; Malhotra, S.; Boora, K.S. y H.R. Singal (2010). Characterization of seed storage proteins in high protein genotypes of cowpea [Vigna unguiculata (L.) Walp.], Physiol. Mol. Biol. Plants: 16(1), 53-57

Hardarson, G. y K.A. Danso, S. (1991). Métodos para medir la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas de grano. Aumento de la fijación biológica del nitrógeno en el fríjol común en América Latina. Resultados de un programa FAO/OIEA de investigación coordinada 1986-1991. Editores J.J. PEÑA CABRIALES, F. ZAPATA, México 1991; 19-20.

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 Álvarez, 1992.

Evaluación de la eficiencia en las cepas de *Bradyrhizobium japonicum* en simbiosis con soya. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.

Hirsch, A.M. (1999). Role of lectins (and rhizobial exopolysaccharides) in legume nodulation. Current Opinion in Plant Biology 2: 320-326. [En línea], [revisado 24-06-2017]. Disponible en Internet: http://www.bashanfoundation.org/hirsch/hirschroleletins.pdf

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* en simbiosis con soya. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.

Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T. & Williams, S. T. (1994). Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 9th edn. Baltimore: Williams & Wilkins.[En línea], [revisado 24-06-2017]. Disponible en Internet:https://exviolmypual.files.wordpress.com/2017/06/bergeys-manual-of-determinative-bacteriology-9th-edition.pdf

IITA. 2007. Caupí. [Documento en línea]. Disponible en: iita.org/cms/details/cowpea. Revisado 20/01/2018.

Kipe-nolt, J.A.; Vargas, H. y Giller, K.E 1992. Fijación de nitrógeno en línea mejorada de Phaseolus vulgaris L. Aumento de la fijación biológica del nitrógeno en el fríjol común en América Latina resultados de un programa FAO/OIEA de investigación coordinada 1986-1991. Editores J.J. PEÑA CABRIALES, F. ZAPATA, México 1992; 113-112

Kiers, E.T., Rousseau R.A., West, S.A. and Denison, R.F. 2003. Host sanctions and the legume rhizobium mutualism. Nature, 425: 78–81. .[En línea], [revisado 13-06-2017]. Disponible en Internet:https://www.zoo.ox.ac.uk/group/west/pdf/Kiers_etal_03.pdf

Leon, D. 1987. Deterioro de ocho cultivares de frijol (*vigna unguiculata, (L) Walp*) por el retardo de la cosecha. Trabajo de grado para ingeniero agrónomo. Jusepin. Venezuela. Universidad de Oriente, escuela de ingeneria agronómica 98 p. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.

Mahe S, Gausseres N, Tome D (1994). Legume (Protein for human requirements), Grain legume (A E P) 7:15-17.

Madhavi, B., Anand, C.S., Bharathi, A. y Polasa, H. (1993). Effect of pesticide on grown of rhizobia and their host plants during symbiosis. Biomedical and Environmental Science 6: 89-94. , 425: 78–81.[En línea], [revisado 04-07-2017]. Disponible en Internet: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8476538

Mayz, J. etal., (2010). Efectividad de las cepas rizobianas nativas de sabana Vigna unguiculata (L.) Walp.cv. C4A-3 archivo PDF.

Mayz, J.; F. Campos y N. Valladares.2003. Evaluación de aislados rhizobial (Rhizobium sp.) Para sus efectos sobre el crecimiento del caupí [Vigna unguiculata (L.) Walp.] Y el rendimiento. Demasiado Agric. 80 (1): 36 - 40.

Martínez V. et al 1986. La fijación de nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales. Publicación especial del ministerio del poder popular para la agricultura y tierra. 172 pág.

Malavolta, E. 1992. O gesso agrícola no ambiente e na nutricao da planta. Memorias de II seminario sobre o uso do gesso na agricultura, Fosfato. P 41-66

Molina E. 1998. Encalado para la corrección de la acidez del suelo. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 45 p.[En línea], [revisado 04-03-2017]. Disponible en Internet: http://www.ots.ac.cr/bnbt/24161.html

Montenegro, H. 1990. Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Subdirección Agrológica, Colombia, 813 p.

Muller, S.; Pereira, P. y Martín, P. 1991. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno mineral sobre la nodulación y la fijación de N2 de dos cultivares de fríjol común (Phaseolus vulgari L). Aumento de la fijación biológica del nitrógeno en el fríjol común en América Latina. Resultados de un programa FAO/ OIEA de investigación coordinada 1986-1991. Editores J.J. PEÑA CABRIALES, F. ZAPATA, México 1991; 155-157.

Navarro, J. 1986. Evaluacion agronómica de seis cultivares de frijol (*vigna unguiculata, (L) Walp*) bajo tres dosis de cal aplicados a un suelo de barbecho y a un suelo cultivado en la sabana de jusepín. Venezuela. 149 p. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.

Nap, JP y Bisseling, T. (1990). Developmental biology of a plant-prokaryote symbiosis: the legume root nodule. Science 250: 948-950.[En línea], [revisado 10-04-2017]. Disponible en Internet: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17746918

Newton WE. 2000. Nitrogen Fixation in Perspective. In: Pedrosa F.O., Hungria M., Yates G., Newton W.E. (eds) Nitrogen Fixation: From Molecules to Crop Productivity. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, vol 38. Springer, Dordrecht. [En línea], [revisado 10-04-2017]. Disponible en Internet: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F0-306-47615-0_1

Norris, D. 1958. *Rhizobium* needs magnesium n ot Calcium. Commonwealth Australia. Commonwealth and Industrial Research Organization. Nature 182: 734-736.

Obando, D. (2012). Respuesta fisiológica del frijol caupí (vigna unguiculata (l.) walp) a la coinoculación de bacterias diazotróficas de los géneros azotobacter y rhizobium en suelos del departamento del cesar. [En línea], [revisado 27-02-2018]. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/7266/1/07790779.2012.pdf

Pérez D., N. Camacaro, M.E. Morros y A. Higuera M. 2013. Leguminosas de granos comestible en Venezuela. Ediciones ONCTI. Agricultura en Venezuela No 1. Editor. José Luis Berroterán. 156 p.[En línea], [revisado 13-05-2017]. Disponible en Internet:http://www.oncti.gob.ve/images/libros/libro-Leguminosas(protegido).pdf

Porta-Casanellas, J., López-Acevedo M., Roquero De Laburu C., 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente, Tercera edición; Impreso en España, Ediciones Mundi-prensa, pp.929. [En línea], [revisado 18-06-2017]. Disponible en Internet:http://www.iec.cat/mapasols/DocuInteres/PDF/Llibre03.pdf

Ruiz, T.; Santa María, J.; Labandera, C. y Orive, R. 1979. Crecimiento y sobrevivencia de Rhizobium phaseoli. R. trifolii y R. meliloti. An. INIA (España) Serv. Prod. Veg. 11: 127-137.

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.. 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 hipogeae*) en un suelo ultisol de sabana bajo condiciones de vivero. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.

Santos, C.A. y L.C. Santos; Rodríguez, M.A. (2007) Melhoramento Genético do Feijão-Caupi na Embrapa Semi- Árido . [En línea], [revisado 15-10-2017]. Disponible en Internet: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/melhoramento.genetico.caupi1_000flv5utul02wyiv80kxlb3 6w9k8dko.pdf,

Sánchez, C. 1985. Encalamiento de ultisoles de sabana. Jusepín. Venezuela. Universidad de Oriente. Escuela de ingeneria agronomica. 95 p. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas. Venezuela.

Sánchez, P. 1981. Propiedades y manejo de los suelos del trópico. Traducido por Edilberto Camacho. San jose, costa rica. Int. De cop. Para la agricultura 634 p.

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.

Sifontes, K. 1989. Evaluacion de nueve cultivares de frijol frijol (*vigna unguiculata, (L) Walp*) y su respuesta a tres dosis de cal en un ultisol de la sabana de jusepin, en epoca de lluvia. Trabajo de grado Ing. Agronomo. Universidad de Oriente, jusepín. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas.

Sinha, R. y Kawatra, A. 2003. Effect of processing on phytic acid and polyphenol contents of cowpeas [Vigna unguiculata (L)Walp], Plant Foods for Human Nutrition: 58 (1), 1–8 (2003)

Valladares S. N. E. 1998. Mejoramiento genético del frijol. In: "Un Programa Integral de Investigación en Leguminosas" (Memorias del Taller realizado en Sartanejas, abril de 1998). Universidad Central de Venezuela. Vicerectorado Académico. pp. 233-238.

Valladares, N. 1973. Distancia de siembra y variabilidad de los componentes de rendimiento de frijol (*Vigna sinensis, Endl*) en la sabana de jusepín, trabajo de ascenso. Jusepín Venezuela. Universidad de Oriente. 75 p. Biblioteca, Universidad De Oriente Núcleo de Monagas.

Vance, CP. y Heichel, H. 1991. "Carbon in N2 Fixation: Limitation or Exquisite Adaptation," Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular

Biology, Vol. 42, 1991, pp. 373-392. . [En línea], [revisado 18-06-2017]. Disponible en Internet:http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.pp.42.060191.002105

Vance (2000). Symbiotic Nitrogen Fixation and Phosphorus Acquisition. Plant Nutrition in a World of Declining Renewable Resources.Plant Physiol.127: 390-397.[En línea], [revisado 18-06-2017]. Disponible en Internet: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1540145/pdf/hw0390.pdf

Van Rhijn, P; Goldberg, RB y Hirsch, AM (1998). Lotus corniculatus Nodulation Specificity Is Changed by the Presence of a Soybean Lectin Gene. The Plant Cell 10: 1233-1249. [En línea], [revisado 18-06-2017]. Disponible en Internet: https://www.mcdb.ucla.edu/Research/Goldberg/research/Pdf/Rhijn_et_al_1998.pdf

Volke -Sepúlveda, T., Velasco-Trejo, J.A., de la Rosa Pérez, D.A., 2005. Suelos Contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación, INE-SEMANAT, México. Pp 19-31.[En línea], [revisado 18-06-2017]. http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/B1E761B1E2F24A5C05257D490070F94F/$FILE/SuelosContaminadosPorMetalesYMetaloides.pdf

Wooding G., 1967. Los Suelos, Su Origen, Constitución y Clasificación, Ediciones Omega S.A. Barcelona.McGraw-Hill Interamericana quinta edición 2005 impreso en mexico pág 731-739

Zahran, H. (2001). Rhizobia from wild legumes: diversity, taxonomy, ecology, nitrogen fixation and biotechnology. J. Biotech, 91, 143-153. [En línea], [revisado 29-05-2017]. Disponible en Internet: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11566386

APÉNDICES

Cuadro 1. Totales y promedios a los veinte días para la altura de las plantas de frijol bayo (Vigna unguiculata (L) Walp). En los diferentes tratamientos

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	24,50	25,70	24,96	27,58	102,74	25,69
T2	28,52	23,36	28,10	26,33	106,31	26,58
T3	30,00	21,00	30,66	26,62	108,28	27,07
T4	25,50	21,48	26,40	18,06	91,44	22,86
T5	24,08	28,26	26,04	27,08	105,46	26,37
T6	29,44	22,30	25,76	29,68	107,18	26,80
T7	29,73	23,70	29,20	29,05	111,68	27,92
T8	24,40	25,63	28,20	27,33	105,56	26,39
Totales	216,17	191,43	219,32	211,73	838,65	209,66

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Cuadro 2. Análisis de variancias de los totales y promedios a los veinte días para la altura de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).*en los diferentes tratamientos.

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	59,0392	19,6797	2,86	0,0615
Tratamientos	7	62,782	8,9689	1,30	0,2975 ns
Error	21	144,6746	6,8893		
Total	31	266,4957			
%CV=10,02					
Promedio=26,21					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 3. Totales y promedios a los veinte días para el numero de Hojas de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp*). En los diferentes tratamientos

	Bloques					
TRATS	I	II	III	IV	SUMATORIA	PROMEDIO
T1	3,00	3,00	2,80	2,50	11,30	2,83
T2	2,60	2,80	3,50	2,20	11,15	2,79
T3	2,80	2,60	3,66	2,60	11,66	2,92
T4	3,00	3,00	2,80	1,80	10,60	2,65
T5	2,60	2,60	2,40	2,80	10,35	2,59
T6	2,60	2,20	2,80	2,80	10,45	2,61
T7	3,00	2,60	3,00	3,00	11,60	2,90
T8	2,70	3,00	2,75	2,50	10,95	2,74
Totales	22,30	21,85	23,71	20,20	88,06	22,02

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4:suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha

Cuadro 4. Análisis de variancias de los totales y promedios a los veinte días para el numero de hojas de las plantas de frijol bayo (Vigna unguiculata (L) Walp).en los diferentes tratamientos

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	0,7845	0.2615	2,21	0,1167
Tratamientos	7	0,4488	0,064	0,54	0,7928 ns
Error	21	2,4822	0,1182		
Total	31	3,7155			
%CV=12,49					
Promedio= 2,75					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 5. Totales y promedios a los veinte días para el diámetro de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	3,13	3,52	3,12	3,40	13,17	3,29
T2	3,22	3,70	3,50	3,28	13,70	3,43
T3	3,54	3,26	3,93	3,30	14,03	3,51
T4	3,38	3,35	3,48	2,84	13,05	3,26
T5	2,88	3,04	3,22	3,00	12,14	3,04
T6	3,14	3,20	3,22	3,54	13,10	3,28
T7	3,18	2,74	3,30	3,28	12,50	3,13
T8	3,37	3,35	3,33	3,30	13,35	3,34
Totales	25,84	26,16	27,10	25,94	105,04	26,26

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4:suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha

Cuadro 6. Análisis de variancias de los totales y promedios a los veinte días para el diámetro de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	0,1243	0,0414	0,84	0,4872
Tratamientos	7	0,6423	0,0918	1,86	0,128 ns
Error	21	1,0358	0,0493		
Total	31	1,8024			
%CV=6,77					
Promedio=3,28					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 7. Totales y promedios a los treinta días para la altura de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp*). En los diferentes tratamientos

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	30,45	28,88	29,90	36,60	125,83	31,46
T2	35,86	27,44	32,00	35,48	130,78	32,70
T3	37,10	23,36	32,66	31,40	124,52	31,13
T4	29,25	23,18	33,88	20,72	107,03	26,76
T5	27,14	30,62	26,86	31,95	116,57	29,14
T6	34,20	24,75	32,80	32,96	124,71	31,18
T7	32,68	25,22	34,75	32,95	125,60	31,40
T8	27,33	29,30	33,45	29,98	120,06	30,02
Totales	254,00	212,80	256,30	252,04	975,10	243,78

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Cuadro 8. Análisis de variancias de los totales y promedios a los treinta días para la altura de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos.

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	161,5615	53,8538	4,13	0,019
Tratamientos	7	93,915	13,4164	1,03	0,4410 ns
Error	21	273,994	13,0466		
Total	31	529,4559			
%CV=11,85					
Promedio=30,47					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 9. Totales y promedios a los treinta días para el número de Hojas de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos.

TRATS	I	II	III	IV	SUMATORIA	PROMEDIO
T1	4,00	3,60	3,80	3,50	14,90	3,73
T2	4,40	4,00	4,50	4,00	16,90	4,23
T3	4,00	3,80	4,33	4,00	16,13	4,03
T4	4,25	4,25	4,20	2,50	15,20	3,80
T5	3,00	3,20	3,00	4,00	13,20	3,30
T6	3,20	2,75	3,60	3,60	13,15	3,29
T7	3,75	3,00	3,75	4,00	14,50	3,63
T8	3,66	4,00	3,50	3,25	14,41	3,60
Totales	30,26	28,6	30,68	28,85	118,39	29,60

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Cuadro 10. Análisis de variancias de los totales y promedios a los treinta días para el numero de hojas de las planta de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).*en los diferentes tratamientos.

F. V.	Gl	Sc	CM	F	Pr>f
Bloque	3	0,3956	0,1319	0,63	0,6033
Tratamientos	7	2,9684	0,4241	2,03	0,0992 ns
Error	21	4,3896	0,209		
Total	31	7,7535			
%CV= 12,36					
Promedio= 3,70					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 11. Totales y promedios a los treinta días para el diámetro de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp*). En los diferentes tratamientos.

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	3,43	3,58	3,26	3,45	13,72	3,43
T2	3,52	3,85	3,43	3,90	14,70	3,68
T3	3,48	3,58	3,87	3,64	14,57	3,64
T4	3,73	3,38	3,50	2,83	13,44	3,36
T5	2,94	2,94	3,34	3,16	12,38	3,10
T6	3,28	3,25	3,20	3,62	13,35	3,34
T7	3,43	3,00	3,40	3,30	13,13	3,28
T8	3,40	3,75	3,15	3,67	13,97	3,49
Totales	27,21	27,33	27,15	27,57	109,26	27,32

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha

Cuadro 12. Análisis de variancias de los totales y promedios a los treinta días para el diámetro de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos.

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	0,0129	0,0043	0,07	0,9751
Tratamientos	7	1,0183	0,1455	2,38	0,0589 ns
Error	21	1,2854	0,0512		
Total	31	2,3166			
%CV= 7,25					
Promedio= 3,41					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 13. Totales y promedios para el número de nódulos totales de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos.

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	5,66	4,15	5,59	6,95	22,34	5,58
T2	2,86	2,61	6,26	2,50	14,24	3,56
T3	6,75	5,50	6,73	4,84	23,81	5,95
T4	6,84	3,84	7,80	2,74	21,21	5,30
T5	6,36	5,42	5,78	6,46	24,02	6,00
T6	7,14	6,44	7,75	7,14	28,47	7,12
T7	7,84	6,42	7,04	6,89	28,19	7,05
T8	7,98	7,63	7,09	6,82	29,52	7,38
Totales	51,42	42,01	54,03	44,34	191,80	47,95

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha. Los datos originales fueron transformados con $\sqrt{x}$.

Cuadro 14. Análisis de variancias de los totales y promedios para el número de nódulos totales. En las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* Para los diferentes tratamientos.

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	12,1892	4,0630	3,41	0,0362
Tratamientos	7	43,4849	6,2121	5,22	0,0015 **
Error	21	24,9873	1,1898		
Total	31	80,6615			
%CV	18,20				
Promedio	5,99				

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. **= altamente significativo %1 ns= no significativo.

Cuadro 15. Totales y promedios para el número de nódulos Efectivos (rojos) de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos.

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	4,84	3,79	4,71	6,08	19,43	4,86
T2	2,10	1,67	4,85	1,87	10,49	2,62
T3	5,50	5,16	5,20	4,17	20,02	5,01
T4	5,66	3,43	6,48	1,32	16,89	4,22
T5	5,71	5,04	4,69	5,48	20,92	5,23
T6	6,13	4,33	6,47	6,16	23,09	5,77
T7	6,32	5,81	5,77	7,09	24,99	6,25
T8	6,78	5,74	4,87	5,92	23,32	5,83
Totales	43,04	34,98	43,03	38,09	159,14	39,79

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha. Los datos originales transformados con $\sqrt{x}$.

Cuadro 16. Análisis de variancias de los totales y promedios, para el número de nódulos Efectivos (rojos). En las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos.

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	5,9159	1,9686	1,52	0,2374
Tratamientos	7	36,6591	5,2359	4,04	0,0058 **
Error	21	27,1186	1,2913		
Total	31	69,6764			
%CV	22,85				
Promedio	4,95				

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. **=altamente significativo %1. ns= no significativo.

Cuadro 17. Totales y promedios para el número de nódulos No Efectivos (blancos) de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos.

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	2,92	1,67	3,61	3,37	11,56	2,89
T2	1,95	2,00	3,64	1,66	9,25	2,31
T3	3,92	1,90	4,28	2,45	12,55	3,14
T4	3,84	1,73	4,34	2,40	12,31	3,08
T5	2,93	2,00	3,38	3,43	11,74	2,93
T6	3,66	4,77	4,27	3,61	16,30	4,08
T7	4,92	2,72	4,03	2,00	13,68	3,42
T8	4,20	5,02	5,15	3,39	17,77	4,44
Totales	28,35	21,82	32,68	22,30	105,15	26,29

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha. Los datos originales transformados con $\sqrt{x}$.

Cuadro 18. Análisis de variancias de los totales y promedios, para el número de nódulos No Efectivos (blancos), en las plantas de frijol bayo (Vigna unguiculata (L) Walp).en los diferentes tratamientos.

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	10,1502	3,3834	5,81	0,0047
Tratamientos	7	13,0670	1,8667	3,20	0,0180*
Error	21	12,2326	0,5825		
Total	31	35,4498			
%CV	23,23				
Promedio	3,29				

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. **= altamente significativo %1. ns= no significativo.

Cuadro 19. Totales y promedios para el peso fresco de la parte aérea (g) de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp). En los diferentes tratamientos.*

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	10,77	10,61	9,00	13,34	43,72	10,93
T2	10,40	9,41	11,52	13,33	44,66	11,17
T3	11,21	8,82	14,01	11,20	45,24	11,31
T4	11,01	9,51	11,00	4,82	36,34	9,09
T5	7,61	7,40	6,41	8,60	30,02	7,51
T6	10,41	6,77	9,62	9,56	36,36	9,09
T7	10,26	6,41	9,76	10,75	37,18	9,29
T8	10,69	8,76	8,02	7,51	34,98	8,75
Totales	82,36	67,69	79,34	79,11	308,50	77,13

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Cuadro 20. Análisis de variancias de los totales y promedios para el peso fresco de la parte aérea de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos.

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	15,6589	5,2196	1,58	0,2231
Tratamientos	7	51,4697	7,3528	2,23	0,0731 ns
Error	21	69,205	3,2955		
Total	31	136,3336			

%CV= 18,83

Promedio= 9,64

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 21. Totales y promedios para el peso seco de la parte aérea de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	2,49	2,49	2,26	2,45	9,69	2,42
T2	4,47	3,11	4,70	3,95	16,23	4,06
T3	3,50	2,32	6,95	3,46	16,23	4,06
T4	4,59	3,08	4,86	1,34	13,87	3,47
T5	3,50	3,47	3,54	3,07	13,58	3,40
T6	4,85	3,07	4,88	3,11	15,91	4,00
T7	4,08	2,24	4,88	2,32	13,52	3,38
T8	2,79	2,30	1,79	1,79	8,67	2,17
Totales	30,27	22,08	33,86	21,49	107,70	26,93

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Cuadro 22. Análisis de variancias de los totales y promedios para el peso seco de la parte aérea de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	14,0371	4,679	5,93	0,0043
Tratamientos	7	14,6728	2,0961	2,66	0,0391 *
Error	21	16,5687	0,789		
Total	31	45,2786			
%CV= 26,39					
Promedio= 3,37					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 23. Totales y promedios para el peso fresco Raíz de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	1,46	1,42	1,11	1,35	5,34	1,34
T2	1,17	0,84	2,26	1,43	5,70	1,43
T3	1,67	0,84	2,50	1,46	6,47	1,62
T4	1,21	0,81	2,05	0,94	5,01	1,25
T5	0,86	0,57	0,76	0,79	2,98	0,75
T6	2,18	0,68	2,57	1,70	7,13	1,78
T7	2,08	0,69	2,15	1,10	6,02	1,51
T8	1,85	0,82	1,88	1,26	5,81	1,45
Totales	12,48	6,67	15,28	10,03	44,46	11,12

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Cuadro 24. Análisis de variancias de los totales y promedios para el peso fresco raíz de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).*en los diferentes tratamientos

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	5,0182	1,6727	12,11	< 0.0001
Tratamientos	7	2,6485	0,3784	2,74	0.0347 *
Error	21	2,9015	0,1382		
Total	31	10,5682			

%CV= 26,75

Promedio= 1,39

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 25. Totales y promedios para el peso seco raíz de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	0,52	0,52	0,34	0,35	1,73	0,43
T2	0,45	0,31	0,98	0,52	2,26	0,57
T3	0,41	0,34	1,15	0,77	2,67	0,67
T4	0,69	0,44	0,80	0,51	2,44	0,61
T5	0,41	0,33	0,30	0,48	1,52	0,38
T6	1,16	0,35	1,35	0,51	3,37	0,84
T7	1,36	0,26	1,37	0,32	3,31	0,83
T8	0,54	0,27	0,36	0,43	1,60	0,40
Totales	5,54	2,82	6,65	3,89	18,90	4,73

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Cuadro 26. Análisis de variancias de los totales y promedios para el peso seco raíz de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp*).en los diferentes tratamientos

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	1,087	0,3623	4,69	0,0117
Tratamientos	7	0,9288	0,1327	1,72	0,1590 ns
Error	21	1,6222	0,0772		
Total	31	3,638			
%CV= 47,06					
Promedio= 0,59					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

Cuadro 27. Totales y promedios para el volumen de la raíz de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).* En los diferentes tratamientos

	Bloques					
TRATS	**I**	**II**	**III**	**IV**	**SUMATORIA**	**PROMEDIO**
T1	0,38	0,50	0,30	0,17	1,35	0,34
T2	0,40	0,50	0,63	0,50	2,03	0,51
T3	0,38	0,50	0,66	0,50	2,04	0,51
T4	0,63	0,50	0,56	0,25	1,94	0,49
T5	0,30	0,40	0,20	0,25	1,15	0,29
T6	0,70	0,38	0,70	0,30	2,08	0,52
T7	0,75	0,20	0,63	0,25	1,83	0,46
T8	0,50	0,25	0,13	0,25	1,13	0,28
Totales	4,04	3,23	3,81	2,47	13,55	3,39

T1: suelo potrero (testigo). T2: suelo potrero+ 500kg cal/ha. T3: suelo potrero+ 1000kg cal/ha.T4: suelo potrero+ 2000kg cal/ha. T5: suelo laguna (testigo). T6: suelo laguna+500kg cal/ha. T7: suelo laguna+1000kg cal/ha. T8: suelo laguna+2000kg cal/ha.

Cuadro 28. Análisis de variancias de los totales y promedios para el volumen de la raíz de las plantas de frijol bayo *(Vigna unguiculata (L) Walp).*en los diferentes tratamientos.

F. V.	**Gl**	**Sc**	**CM**	**F**	**Pr>f**
Bloque	3	0,1839	0,0613	2,71	0,0707
Tratamientos	7	0,2982	0,0426	1,89	0,123 ns
Error	21	0,4742	0,0226		
Total	31	0,9563			
%CV= 35,49					
Promedio= 0,42					

%CV= porcentaje coeficiente de variación. * =significativo al %5. ns= no significativo.

HOJAS METADATOS

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

Título	**Efecto de las diferentes dosis de cal en la producción de nódulos de rhyzobium en el cultivo de frijol bayo** (*vigna unguiculata (l) walp).* **en dos suelos ultisoles de la sabana de Jusepín, bajo condiciones de invernadero.**
Subtitulo	

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

Autor(es)

Apellidos y Nombres	**Código CVLAC / e-mail**	
Morao Vergara, Yonathan Manuel	**CVLAC**	**C.I: 24.229.262**
	e-mail	**yonathanmoraovergara@gmail.com**
	e-mail	**yonathan_gt500@hotmail.com**

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:

nódulos
rhyzobium
producción
tesis de grado

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):

Las leguminosas entre ellas el frijol, son el único grupo de plantas capaz de formar simbiosis en su raíz con la bacteria rhyzobium estas caracterizadas por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo, el alto costo, escases e impacto ambiental de los fertilizantes nitrogenados ha provocado que surja la inquietud de buscar alternativas sustentables que maximicen la producción de nódulos de rhyzobium. De esto se desprende este trabajo donde se pretende visualizar el posible efecto de las dosis de cal ($CaCO_3$), 0, 500, 1000 y 2000 kg/ha en la producción de nódulos de rhyzobium en las plantas de frijol bayo en dos suelos de sabana. La investigación se llevó a cabo en ambiente protegido, invernadero I del Centro de Postgrado de la Universidad de Oriente, campus Juanico, Maturín, estado Monagas. El análisis estadístico de los datos obtenidos, se llevó a cabo siguiendo un diseño bloques al azar, de 8 tratamientos y 4 repeticiones. . Los resultados indican que las dosis 1000 y 2000 presentaron un aumento aunque no significativo para el número de nódulos efectivos, las dosis de cal no afectaron las variables biométricas evaluadas en el ensayo.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Iván Maza	**ROL**	CA ☐ AS ☐ TU ■ JU ☐
	CVLAC	**C.I:8373371**
	e-mail	**ivanjosemaza@gmail.com**
Nicolás Valladares	**ROL**	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ■
	CVLAC	**C.I:2436010**
	e-mail	**nvalladare@hotmail.com**
Marden Vázquez	**ROL**	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ■
	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 usuando 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):

Nombre de archivo
NMOTTG_MVYM2018

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 Scientiarium 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 Nº 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 Nº 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.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CURIEL
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/marija

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."

Yonathan M.

Yonathan Manuel Morao Vergara

C.I.: 24229262

(AUTOR)

Ing. Agr°. Dr. Iván Maza

(ASESOR)

CI 8373371