

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE FERTILIZACION QUIMICA MAS
INOCULANTE (*Rhizobium*) EN EL CULTIVO DE FRIJOL VARIEDAD
CARRIZALITO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL RAUL RENE VALLE
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

POR:

DELIO SABIEL RAMOS LIZARDO

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE FERTILIZACION QUIMICA MAS
INOCULANTE (*Rhizobium*) EN EL CULTIVO DE FRIJOL VARIEDAD
CARRIZALITO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL RAUL RENE VALLE
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

POR

DELIO SABIEL RAMOS LIZARDO

**ING. ROSALIO ROSALES
Asesor principal**

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE EL TITULO DE**

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS OLANCHO

HONDURAS CA

JUNIO 2016

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por permitirme cumplir un sueño de niño, escucharme siempre las oraciones y estar siempre con migo en los momentos buenos y duros en todo el proceso universitario

A MIS ABUELAS

Petronila Herrera, Carmen Zuniga por sus consejos y servir de fuentes de inspiración siempre estarán en mi corazón **LAS AMO MIS VIEJITAS**

A MIS PADRES

Aurora Lizardo y Delio Ramos por brindarme todo su apoyo, siendo ellos fuente de inspiración y esfuerzo por estar siempre pendiente de mis preocupaciones y necesidades durante todo este tiempo los amo con toda mi alma

A MIS HERMANOS (A)

Gricel Ramos, Senia Ramos, Seidy Ramos, Gelin Ramos, Eduardo Ramos por todo el apoyo tanto moral como económicamente durante estos cuatro años

A toda la familia Ramos Lizardo por todos los consejos y estar siempre pendientes de mi los amo con todo mi corazón.

AGRDECIMIENTOS

A DIOS por darme la oportunidad de vivir y alcanzar este triunfo en mi vida, por proveerme la sabiduría e inteligencia la fortaleza y la fe que solo proviene de el ya que sin su ayuda este momento tan feliz no sería posible

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA (UNA): nuestra alma mater
Por brindarme los conocimientos profesionales básicos y ser competitivo en el campo laboral
al darme gran cantidad de ideas acorde de las necesidades del país.

A MIS ASESORES: ING ROSALIO ROSALES, M.Sc. ESMELYM OBED PADILLA, ING Frank HUMBERTO ZUNIGA. Por sus conocimiento impartidos en la evaluación y realización de este trabajo de investigación.

A MIS AMIGOS DE LA UNA Carmen Ramos, Nicol Ramos, Oscar Ramos, Gabriel Domínguez, Nain pineda, Nelson Alvarado, Humberto Pérez, Henry Vásquez, por compartir momentos especiales y maravillosos dentro de la UNA y ser mis amigos hermanos y colegas siempre les recordare por el resto de mi vida

A MI QUERIDA VERONICA CARTAGENA por servir de fuente de inspiración y estar con migo, la amo mi princesa bella

A FRANK HUMBERTO ZUNIGA MEZA por todos sus consejos y gestionar por mí para poder ingresar a estudiar en tan distinguida institución, y por todo el apoyo brindado por él, siempre estará en mi mente lo kiero mucho

CONTENIDO

	pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRDECIMIENTOS	ii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN	viii
3.1. Generalidades del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	3
3.2. Importancia del cultivo de frijol en honduras	3
3.3. Descripción de la variedad carrizalito.....	5
3.4. Importancia de la fertilización en el cultivo de frijol	5
3.5 Rhizobium.....	6
3.5.1 Simbiosis <i>Rhizobium</i> -Leguminosa.....	7
3.5.2. Fijación Del Nitrógeno	8
IV MATERIALES Y METODOS	10
4.1. Descripción del sitio experimental	10
4.2. Materiales y equipo	10
4.3. Factor bajo Estudio	10
4.4. Tratamientos y Diseño Experimental.....	11
4.4.1. Descripción de los tratamientos	11
4.5. Diseño experimental.....	12
4.6. Modelo Estadístico	12
4.7 Manejo Agronómico del Experimento.....	13
4.7.1 Preparación del terreno	13
4.7.2 Trazado	13
4.7.3 Inoculación.....	13
4.7.4 Siembra	13
4.7.5 Fertilización	14

4.7.6 Control de Malezas.....	14
4.7.7 Control de plagas y Enfermedades	14
4.7.8 Cosecha.....	14
4.8 Variables Evaluadas.....	15
4.8.1 Numero de nódulos por planta.....	15
4.8.2 Altura de planta.....	15
4.8.3 Numero de vainas por planta	15
4.8.4 Numero de granos por vaina	15
4.8.5 Peso de cien granos (g)	16
4.8.6 Rendimiento.....	16
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 Numero de nódulos totales.....	18
5.2 Altura de planta.....	20
5.3 Numero de vainas por plana	21
5.4 Numero de granos por vaina	23
5.5 Peso de cien granos.....	25
5.6 Rendimiento	26
VI CONCLUSIONES.....	30
VII RECOMENDACIONES	31
VIII BIBLIOGRAFIA.....	32
IX ANEXOS.....	35

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Variables agronómicas	18
Cuadro 2. Variables de rendimiento.....	23
Cuadro 3. Relación beneficio costo para los tratamientos	28

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Promedio de Nódulos totales según los fertilizantes químicos evaluados más la inoculación de la bacteria Rhizobium para el cultivo del frijol.....	19
Figura 2 . Promedio de Nódulos totales según los fertilizantes químicos evaluados más la inoculación de la bacteria Rhizobium para el cultivo del frijol.....	21
Figura 3. .Promedio para el peso de cien granos según los fertilizantes evaluados más la inoculación de la bacteria de Rhizobiun para el cultivo del frijol.	24
Figura 4. Promedio para el peso de cien granos según los fertilizantes evaluados más la inoculación de la bacteria de Rhizobiun para el cultivo del frijol	25
Figura 5. Rendimiento en kilogramos por hectárea según los fertilizantes evaluados más la bacteria Rhizobium en el cultivo de frijol.	27
Figura 6. Rentabilidad para los diferentes fertilizantes evaluados para el cultivo de frijol.	29

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable nódulos totales.....	35
Anexo 2. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable altura de planta	35
Anexo 3. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable vainas por planta.....	35
Anexo 4. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable granos por vaina	36
Anexo 5. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable peso de 100 granos	36
Anexo 6. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable rendimiento.....	36
Anexo 7. Cuadro de los costos de los fertilizantes y la mano de obra utilizados en el experimento	37
Anexo 8. Croquis del campo experimental	38
Anexo 9. Descripción de los niveles de fertilización	39

Ramos Lizardo, DS. 2016. Evaluación de cuatro niveles de fertilización química más inoculante (***rhizobium***) en el cultivo de frijol variedad carrizalito en la estación experimental Raúl Rene Valle Universidad Nacional de Agricultura. Tesis, Ing. Agrónomo Catacamas Olancho Honduras, Universidad Nacional De Agricultura

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue evaluar a través de diferentes combinaciones de los fertilizantes químicos (12-24-12), (18-46-00) con la bacteria fijadora de nitrógeno Rhizobium, el comportamiento agronómico de la variedad de frijol carrizalito. El presente trabajo de investigación se realizó en la estación experimental Raúl Rene Valle ubicada en la Universidad Nacional De Agricultura entre los meses de octubre y diciembre. Se evaluó el rendimiento y sus componentes, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos además de las características agronómicas, altura de planta y numero de nódulos totales. En cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación de las características agronómicas sometidas a un análisis de varianza ($p \leq 0.05$) hubo diferencia estadística significativa para el variable número de nódulos totales, siendo el testigo absoluto (sin nada) el que obtuvo la mayor media con 84.4 nódulos. En cuanto al rendimiento se presentó diferencia estadística altamente significativa con análisis de varianza ($p \leq 0.01$) destacándose el T3 (inoculante + 12-24-12 + 18-46-00) el cual obtuvo la mayor media con 767.883kg/ha. No se presentó diferencia estadística significativas las variables altura de planta, número de vainas por planta y número de granos por vaina y peso de cien granos.

Palabras claves: frijol (variedad carrizalito, Rhizobium, rendimiento, variable, fertilizantes químicos, nódulos.

I INTRODUCCIÓN

En Honduras el frijol común es una de las leguminosas más importantes en la dieta diaria de la población. Dentro de los granos básicos, el frijol ocupa el segundo lugar después del maíz, tanto por la superficie sembrada, como por la cantidad que consume la población. En función de seguridad alimentaria y contrario al maíz, el frijol solamente se utiliza para consumo humano y constituye una fuente barata, accesible de proteína y minerales, que como el hierro, son de gran valor para la dieta diaria de la mayoría de hondureños. (Escoto, 2005)

La creciente necesidad de producir alimentos a nivel mundial, nos impulsa a ser eficientes y efectivos en la generación de nuevas y mejores alternativas tecnológicas de producción de frijol, para ponerlas a disposición de los grandes, pequeños y medianos productores de este rubro a nivel mundial. En Honduras se siembran alrededor de ciento cincuenta mil manzanas que generan una producción promedio anual de uno punto ocho (1.8) millones de quintales con un rendimiento promedio de doce quintales por manzana (Escoto, 2005)

Los exudados orgánicos que liberan las raíces son singulares según la especie y este es el mecanismo de la planta para seleccionar la rizósfera microbiológica; esto sucede en las leguminosas incluyendo el frijol, donde los genotipos por medio de sus exudados muestran selectividad al atraer a ciertas cepas de *Rhizobium*. (Goodman et al, 1997)

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de una cepa de *Rhizobium* en una sola dosificación, inoculada en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad carrizalito en comparación con cuatro niveles de fertilización química

2.2. Objetivos específicos

Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de frijol con dos dosis de fertilizante químico y el inoculante *Rhizobium*.

Identificar con qué nivel de fertilización química más el inoculante *Rhizobium* se obtiene mayor rendimiento en el cultivo de frijol.

Encontrar la mejor relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es el más cultivado de todos los frijoles en las regiones templadas y es muy cultivado en las regiones semi-tropicales. Son nativos del Nuevo Mundo, probablemente del centro de México y Guatemala. Fueron llevados a Europa por los españoles y portugueses, que también los llevaron a África y otras partes del Viejo Mundo. Aproximadamente el 30% de la producción mundial está en América Latina (Chavarria, 2010)

(Escoto, 2005) Indica que el fríjol común es una leguminosa muy importante en la dieta diaria de los hondureños. Es considerado como la fuente más barata de proteínas y calorías, además de los ingresos económicos que genera para los productores de este cultivo. Entre los granos básicos, el fríjol ocupa el segundo lugar después del maíz, tanto por la superficie sembrada, como por la cantidad que consume la población. El fríjol se cultiva a nivel nacional variando el área de siembra, los rendimientos y las tecnologías de manejo de una región a otra.

3.2. Importancia del cultivo de frijol en honduras

(Escoto, 2005) Argumenta que el rubro de frijol es importantísimo en la dieta diaria de nuestra gente, superado en consumo solamente por el maíz. Representa un eslabón importante al momento de hablar de seguridad alimentaria en la región. En Honduras se siembran alrededor de ciento cincuenta mil manzanas que generan una producción promedio anual de 1.8 millones de quintales con un rendimiento promedio de 12 quintales por manzana, lo que ha permitido ser autosuficiente en los últimos años, a excepción del resto de rubros que conforman la canasta básica familiar

Sin embargo (Chavarria, 2010) comenta que en los últimos seis años, Honduras ha tenido una balanza comercial negativa con respecto al frijol, es decir que se las importaciones han sido mayores que las exportaciones, siendo estas necesarias para satisfacer la demanda doméstica de frijol. Se espera que si las condiciones climáticas son favorables las importaciones de frijol se minimizarán en el 2010, siendo la producción nacional suficiente para satisfacer la demanda

(Escoto, 2005) Expresa que los últimos diez años se han sembrado un promedio anual de 137,120 Mz. Con incremento de 2.5 miles de Mz. por año, de las cuales se siembran en el ciclo de postrera el 77% y 23% en el ciclo de primera. Estas siembras han generado una producción estimada en 1.4 millones de quintales por año con un rendimiento promedio 10.4 QQ / Mz.

La producción mundial de frijoles alcanzó en el 2008, según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), un total de 20.3 millones de toneladas, un 9.9% más que en el 2005 (18.5 millones de toneladas).

Según estadísticas de la SAG, Honduras exportó un total de 1,082 toneladas de frijol en el 2008, un 19% más que el año anterior. Asimismo, importó un total de 6,507 toneladas en el 2008, un 33.1% menos en el 2007. Se estima un consumo per cápita anual de 10 Kg, mayor que en años anteriores donde el consumo ascendía a 7.5-7.7 Kg per cápita

El consumo per cápita de frijol varía según la disponibilidad, nivel de vida o estrato social y sitio de residencia (campo o ciudad) en cantidades que van desde 9 a 21 kilogramos por persona. (Escoto, 2005)

Las principales zonas productoras están ubicadas en los departamentos de El Paraíso y Francisco Morazán los cuales aportan el 30% de la producción nacional seguido por Olancho con un 22%, Yoro, Cortés y Santa Bárbara con un 18%, Copán, Ocotepeque, Lempira con

un 12%, Comayagua, Intibucá y La Paz con un 6% y los departamentos de Choluteca y Valle con un 4%. (Escoto, 2005)

3.3. Descripción de la variedad carrizalito

Variedad de frijol de grano color rojo brillante con rendimientos promedio de 17 a 26 QQ/Mz. Es una variedad de ciclo intermedio, su floración ocurre a los 35-37 días después de la siembra y su madurez a los 68-70 días, de porte erecto tipo arbolito, es resistente al Virus del Mosaico Dorado, al de Mosaico Común, Antracnosis y Roya, de resistencia intermedia a la Bacteriosis Común y al Picudo de la Vaina y gorgojos de almacenado. Tiene buena adaptación a las condiciones altas de temperatura que predominan en las zonas bajas, sin embargo, se adapta a zonas intermedias y de altura. Por otro lado se adapta a condiciones variables de fertilidad del suelo y responde muy bien a los fertilizantes y a la materia orgánica. Liberado por la DICTA/SAG- Zamorano en el año de 2004.

3.4. Importancia de la fertilización en el cultivo de frijol

(Escoto, 2005) Expresa que las condiciones de producción del cultivo en el país son muy variadas al igual que el resto de Centro América, es decir, se siembra desde el nivel del mar hasta los 1800 mts. De altura, esta diversidad de ambientes lo expone a diferentes factores limitantes de la producción, las recomendaciones de fertilización, lógicamente los requerimientos varían de un valle a una ladera, un análisis de suelo nos resuelve el problema de inmediato, desgraciadamente esta práctica no está disponible ni es accesible para esta clientela de pequeños productores.

Se considera que en nuestro país un 95% de la población depende en su dieta de cultivos como el maíz, frijol y arroz. Nuestros suelos presentan deficiencias de fósforo y nitrógeno los más notables, por lo que nuestro agricultor tiende a utilizar fertilizante químicos para

compensar estas deficiencias y de esta forma obtener rendimientos aceptables, mas que todo manifestándose en zonas de ladera(SAG 1998)

Los fertilizantes nitrogenados tienen una eficiencia del 50% aproximadamente (Graham, citado por Flor, 1985). Por otra parte, se ha determinado que los fertilizantes fosfatados tienen una eficiencia del 20%, pero Fassbender (citado por Flor, 1985), especifica un poco más y menciona que la eficiencia depende del tipo de suelo.

3.5 Rhizobium

Los *Rhizobium* son bacterias Gram negativas y aerobias obligadas que pertenecen a la familia Rhizobiaceae. Entre ellos se encuentran los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* y *Azorhizobium*. Estos microorganismos del suelo forman una asociación simbiótica con distintas especies de plantas, durante la cual son capaces de llevar a cabo la fijación del nitrógeno molecular. En la simbiosis las bacterias se encuentran en las raíces de las plantas dentro de estructuras llamadas nódulos. Ni las plantas ni estas bacterias aisladamente fijan el nitrógeno diatómico (N_2) para convertirlo en amonio (Arias, 2007)

La utilización de un *Rhizobium* infectivo (capacidad de nodular) y efectivo (eficiencia para la fijación del nitrógeno (N) en la leguminosa, implica determinar la necesidad de inoculación. Para ello se corrobora la existencia del tipo de *Rhizobium* nativo en el suelo, su eficiencia para fijar el nitrógeno (N), la concentración de N del suelo y si la leguminosa elegida se siembra con frecuencia en la región para mantener su rendimiento. Lo ideal es 11 seleccionar un *Rhizobium* altamente infectivo y efectivo para lograr una disminución máxima del fertilizante nitrogenado sin decremento en el rendimiento de la leguminosa (FAO 1995).

Las leguminosas son la familia más grande de plantas, con más de 18,000 especies, muchas de ellas de gran importancia agronómica como el frijol, el chícharo, el cacahuete, la soya y

la alfalfa. En las raíces de estas plantas se desarrollan nódulos, en cuyo interior hay bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium*. El nitrógeno es un constituyente de las proteínas y por lo tanto un elemento esencial para todos los organismos. (Gonzales s.f.).

3.5.1 Simbiosis *Rhizobium*-Leguminosa

La fijación biológica de nitrógeno atmosférico constituye una fase clave del ciclo del nitrógeno en la naturaleza, su forma molecular N_2 no es absorbida por los eucariotes como las plantas, excepto por ciertos procariotes, aunque las leguminosas lo hacen directamente en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium* (Alexander, 1971; 1977).

(Arias M.et.al. Rengifo,Carmona(2007) Determinan que el *Rhizobium* y la planta establecen un diálogo molecular que prepara en las células de la raíz un hábitat (nódulos y estructuras globulares), donde la bacteria se establece y evade la respuesta de defensa de la planta. En esta estructura se realiza el proceso de fijación del nitrógeno atmosférico que es reducido para crear amonio, compuesto utilizado por el frijol para crecer. Esta forma de fijación de nitrógeno equivale a una fertilización biológica anticontaminante, porque no incrementa los nitratos en el suelo y promueve una agricultura sustentable

Los cultivos leguminosos suministran la energía necesaria, el agua y los nutrientes a los microorganismos y reciben el nitrógeno que los microorganismos producen. Bajo condiciones favorables, las cantidades de nitrógeno fijadas a través de la bacteria *Rhizobium* varían entre 15 a 20 kg/ha N en promedio, con un máximo de hasta 200 kg/ha N. Un nivel promedio de 15 a 20 kg/ha N es muy bajo pero puede ser de interés para los pequeños agricultores que no pueden permitirse comprar las cantidades necesarias de fertilizante nitrogenado o que no tienen acceso al crédito. (Arias M.et.al. Rengifo,Carmona(2007).

El *Rhizobium* induce en las raíces (o en el tallo) de las leguminosas la formación de estructuras especializadas, los nódulos, dentro de las cuales el nitrógeno gaseoso es reducido

a amonio. Se estima que este proceso contribuye entre un 60-80% a la fijación biológica de nitrógeno. La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o de amonio en el suelo. La simbiosis de fríjol y bacterias nitrificantes podría ser una práctica muy importante para el mejoramiento del suelo, como se desprende por las cantidades de nitrógeno fijadas por el fríjol (40- 70 kg/ha de N) (FAO, 1985).

3.5.2. Fijación Del Nitrógeno

El nitrógeno (N) es un elemento necesario en los procesos químicos vitales, se encuentra presente en el 80% de los gases que conforman la atmósfera y su asimilación es el proceso más importante, después de la fotosíntesis, para el crecimiento y desarrollo óptimo de los vegetales. La necesidad del nitrógeno y su presencia ambiental se convierte en un proceso paradójico, porque su fijación sólo puede ser realizada por un selecto grupo de bacterias. Esto se debe a la incapacidad de las plantas y los animales para asimilar el nitrógeno atmosférico. Existen dos formas de proveerlo a los cultivos: mediante fertilizantes o utilizando el nitrógeno atmosférico. (Arias et.al Martines,carmona 2007)

Dentro de los nódulos las bacterias se convierten en bacteroides, que son células más grandes que los *Rhizobium*, que se encuentran en el suelo y que llevan a cabo la fijación de nitrógeno, porque son capaces de formar la enzima nitrogenasa, responsable de la conversión del nitrógeno molecular en amonio. Debido a esta simbiosis, la planta recibe nitrógeno que puede utilizar para sí misma, mientras que las bacterias utilizan moléculas que les proporciona la planta. (Arias et.al Martines,carmona. 2007)

Según 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 °C, todas las cepas utilizan glucosa, galactosa, fructosa, tiamina y pentatenato de calcio.

El hierro es un constituyente de la leghemoglobina, se encuentra presente en la Fe-proteína y en el Mo-fe proteína, componentes de la nitrogenasa. A pesar de que las cantidades de este elemento necesarias para el funcionamiento eficiente de los nódulos son altas, constituye normalmente, en cantidades absolutas, una pequeña fracción del total asimilable por las plantas, por ello, cuando en las leguminosas se observan síntomas de deficiencias de Fe, podemos estar seguros de que la simbiosis no se está efectuando y se debe agregar rápidamente el elemento (Mayea et al. 1998)

Las principales formas de mantener suficiente nitrógeno en el suelo es mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados y las formas de fijación biológicas, pero debido al alto costo de los fertilizantes nitrogenados, la gran cantidad de energía requerida para su producción y las capacidades subóptimas para su transportación limita su uso en países subdesarrollados, especialmente en comunidades agrícolas pequeñas (Anónimo, 2001 a).

Existen varios tipos de inoculantes, pero el más común es un soporte a base de turba impregnada con un cultivo bacteriano. A pesar de que desde 1880 los inoculantes han sido comercializados, como un producto biológico requiere de un riguroso control de calidad de tipo microbiológico que garantice el éxito esperado con la leguminosa seleccionada. Ya que Un manejo inadecuado en su producción y manejo trae en consecuencia una baja efectividad al aplicarse en la leguminosa, debido a (Sánchez-Yáñez, 1997).

La dinitrogenasa, es un complejo enzimático formado por un componente molido-ferroproteína, y un componente ferro-proteínico. El primer componente cumple la función de reducción de nitrógeno a amoníaco, y el segundo componente (ferro-proteína) transfiere la energía necesaria para que se lleve a cabo la reducción. No puede darse la reducción de nitrógeno atmosférico a amonio en ausencia de uno de los dos componentes, además es necesaria la presencia de energía biológica en forma de ATP, la cual es suministrada por la planta y transferida a la bacteria para llevar a cabo el proceso (Rodríguez s.f.).

IV MATERIALES Y METODOS

4.1. Descripción del sitio experimental

La universidad nacional de agricultura, está ubicada en el barrio el espino en el municipio de Catacamas en el departamento de Olancho. El estudio se realizó específicamente en la Estación Experimental Raúl Rene Valle

La institución se encuentra a una altura de 346 msnm, forma parte del valle de guayape, una zona con condiciones agroclimáticas diversas. Está ubicada a seis kilómetros al sur-este de la ciudad de Catacamas, Olancho; La precipitación anual es de 1200 mm, una humedad relativa promedio de 74%, la temperatura media anual es de 27-28 °C, con una máxima de 30.2 °C y una mínima de 18.6 °C, en promedio sin embargo ha llegado hasta los 35 °C, (Servicio Meteorológico Nacional de Honduras)

4.2. Materiales y equipo

Para la instalación y desarrollo del experimento en el cultivo de frijol se utilizó la variedad carrizalito los fertilizantes químicos; como 12-24-12, 18-46-0 y como fuente de inoculación Rhizobium También se utilizó: cinta métrica, equipo de campo y materiales de oficina.

4.3. Factor bajo Estudio

El trabajo consistió en la impregnación de inoculante Rhizobium en la semilla de frijol más fertilizante químico en diferentes niveles de fertilización en tres aplicaciones en el cultivo de

frijol, se utilizó la variedad de frijol carrizalito. Los niveles de fertilización química más en conjunto con el Rhizobium se evaluaron por medios cuantitativos frente a un testigo al cual no se le aplicó fertilizante químico solo con Rhizobium.

4.4. Tratamientos y Diseño Experimental

4.4.1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento I Aplicación de inoculante rhizobium impregnado en la semilla el día de la siembra, más dosis de fertilizante químico 130 kg/ha (12-24-12) por cada unidad experimental en tres aplicaciones. La segunda aplicación 15 días después de la siembra y la tercera aplicación 30 días después de la siembra.

Tratamiento II Aplicación de fertilizante químico la primera con dosis de 110 kg/ha de NPK (18-46-00), 15 días después de la siembra y una segunda aplicación 30 días después de la siembra con dosis de 130 kg/ha NPK (12-24-12)

Tratamiento III Aplicación de inoculante rhizobium impregnado en la semilla el día de la siembra, más dos dosis de fertilizante químico en forma conjunta con dosis 65 kg/ha de 12-24-12 y 55 kg/ha de 18-46-00 de NPK (30-70-12) lo cual aportara 15 kg/ha de N, 35 kg/ha de P_2O_5 , y 6 kg/ha de K_2O , la segunda aplicación 15 días después de la siembra y la tercera 30 días después de la siembra

Tratamiento IV Consistió en un testigo relativo, en el cual solo se impregno la semilla con inoculante rhizobium el día de la siembra sin ninguna aplicación de fertilizante

Tratamiento V Testigo absoluto siembra de frijol sin ninguna aplicación tanto de rhizobium como de fertilizante químico.

4.5. Diseño experimental

El diseño experimental en el cual se realizó es bloques completos al azar. El experimento consto de 4 niveles de fertilización y una variedad evaluada para un total de 5 tratamientos

El trabajo consistió en la impregnación de inoculante *Rhizobium* en la semilla de frijol más fertilizante químico en diferentes niveles de fertilización en tres aplicaciones en el cultivo de frijol, se utilizó la variedad de frijol carrizalito. Los niveles de fertilización química más en conjunto con el *Rhizobium* se evaluaron por medios cuantitativos frente a un testigo al cual no se le aplico fertilizante químico solo con *Rhizobium*

4.6. Modelo Estadístico

$$X_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \text{ Para, } i=1, \dots, k$$

$$j=1, \dots, r$$

X_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media población

T_i = efecto de i-ésimo tratamiento

En donde: β_j = efecto de j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Variable aleatoria independiente e T y B

R = Número de repeticiones o bloques

K = número de tratamientos

4.7 Manejo Agronómico del Experimento

4.7.1 Preparación del terreno

La preparación consistió en uno o dos pases de rastra con el fin de que el terreno quedara bien mullido, se levantaron cuatro camas por parcela separadas por uno punto veinte metros entre cama esto para evitar daños causados por la inundación de las lluvias

4.7.2 Trazado

El trazado se realizó una vez que el terreno fue preparado midiendo cada unidad experimental cinco metros de largo y cinco metros de ancho separadas por un metro entre parcela, formando una área de veinticinco metros cuadrados por parcela, fueron veinte parcelas en total, formando un área total de quinientos metros cuadrados.

4.7.3 Inoculación

Se colocaron la semilla en una cubeta o bote plástico, y se realizó por aparte una mezcla de agua con azúcar, agregando la cepa (*Rhizobium Phaseolus*) y la solución azucarada a la cubeta se agito hasta que el inoculante se pegó a la semilla esta actividad se llevó a cabo el mismo día de la siembra

4.7.4 Siembra

La siembra se llevó a cabo en forma manual a doble hilera por cama se depositaron dos semillas por postura y dejando una distancia de diez centímetros entre planta y cuarenta centímetros entre hileras a una profundidad de dos a tres centímetros. Obteniendo una población de 250000 plantas por hectárea

4.7.5 Fertilización

Se realizaron tres fertilizaciones químicas, la primera el día de siembra la segunda a los quince días después de la siembra y la tercera treinta días después de la siembra la cantidad de fertilizante que se utilizó fue 130 kg/ha de 12-24-12 con lo cual apporto una cantidad de 16 kg de N, 31 kg de P_2O_5 , y 16 kg de K_2O por hectárea, 110 kg/ha de 18-46-00 el cual apporto 20 kg de N, 51 kg de P_2O_5 por hectárea.

4.7.6 Control de Malezas

El control de las malezas se realizó cada cinco a diez días en las primeras etapas del cultivo se utilizaron herbicidas tales como fusilade para control de gramíneas existentes en el terreno y el herbicida Flex para controlar hoja ancha. Se realizaron dos aplicaciones la primera aplicación diez días después de la siembra y la segunda 25 días después de la siembra Luego las limpiezas se realizaron de forma manual.

4.7.7 Control de plagas y Enfermedades

Esta actividad se realizó de forma preventiva y curativa haciendo uso de productos químicos como ser Karate Zeon (insecticida de contacto), Cipermetrina (insecticida de contacto), Antracol (fungicida preventivo), Muxan (Fungicida curativo) Caracolex. Los mismos se aplicaron de acuerdo a los resultados de respectivos muestreos hasta que el cultivo termino su fase vegetativa.

4.7.8 Cosecha

Se realizó de forma manual, cuando más del 90% de las plantas presenten defoliación, vainas secas y cambios de coloración, se secaron para después aporrearlo para tomar los datos de rendimiento.

4.8 Variables Evaluadas

4.8.1 Numero de nódulos por planta

Se tomaron al momento de la floración, tomando una muestra al azar de dos plantas del surco ubicado en el borde de la unidad experimental, las cuales se extrajeron con su parte radical intacta utilizando dos palas, posteriormente se introdujeron cada planta en agua para el desprendimiento del exceso de tierra, al quedar descubiertas las raíces se contaron el total de nódulos por cada planta muestreada

4.8.2 Altura de planta

Se tomaron una muestra al azar de diez plantas por tratamiento en el área útil se utilizó una cinta métrica graduada en cm midiendo la altura desde el nivel del suelo hasta el botón floral esta actividad se llevó a cabo en la fase vegetativa del cultivo antes de floración.

4.8.3 Numero de vainas por planta

Primero se seleccionaron veinte plantas al azar en el área útil, cuando el cultivo estaba en etapa de cosecha se contaron el número de vainas por planta y luego se sacó una media de la muestra.

4.8.4 Numero de granos por vaina

Se tomó una muestra al azar de quince plantas por tratamiento treinta y cinco vainas en el área útil, se contaron el número de granos por cada vaina y se sacó un promedio de granos por vaina esto se llevó a cabo cuando el cultivo estaba en cosecha

4.8.5 Peso de cien granos (g)

Se extrajeron al azar vainas por tratamiento hasta lograr alcanzar la cantidad de cien granos se utilizó una balanza y se obtuvo el peso en gramos esta actividad se realizó cuando el cultivo estuvo en cosecha.

4.8.6 Rendimiento

Se proyectaron los rendimientos de cada parcela útil a Kg/ha-1 utilizando la siguiente fórmula:

Peso de Campo (10,000 m²) X 100 - % hc

Kg ha-1 = Área Útil 100 - % hd

Dónde:

% hc = Porcentaje de humedad de campo.

$$\% \text{ kg ha}^{-1} = \frac{\text{peso de campo} \times 10000 \text{ m}^2}{\text{Área útil}} \times \frac{100 - \%hc}{100 - \%hd} \text{hd} = \text{Porcentaje de humedad deseado}$$

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Promedio para las variables agronómicas evaluadas, Numero de nódulos totales, Altura de planta, Numero de vainas por planta. Al utilizar los diferentes dosis de fertilizantes químicos más la combinación con la bacteria Rhizobium

En el **Cuadro 1**. Se observan los promedios para las variables agronómicas Nódulos totales, Altura de planta, y numero de vainas por planta, donde se observa que la variable altura de planta resulto similar numéricamente (Anexo 2) esto quizá se debe a lo expuesto por Rubí (1997), las plantas con menor altura o alturas similares indican que el abonos no poseen los nutrientes necesarios para su desarrollo o que no están en forma disponibles entre los tratamientos evaluados.

La variable Nódulos totales (anexo1), presento significancia entre los fertilizantes químicos y el uso del Rhizobiun. El hecho de que estas variables hayan mostrado diferencia entre los tratamientos evaluados se puede acreditar a que la bacteria Rhizobium en aquellos tratamientos con presencia de fertilizantes químicos no siente la necesidad de fijar nitrógeno

La variable número de vainas por planta (anexo 3), no presento significancia esta variable está influenciada por el estado nutricional de la planta, esto quiere decir que con los tratamientos evaluados las plantas absorbieron los nutrientes necesarios ya que se obtuvieron un alto número de vainas.

Cuadro 1. Variables agronómicas

N	Tratamientos	Nódulos totales	Altura de planta cm	Numero vainas por planta
1	Testigo relativo inoculante	100.1 A	55	21.5
2	Inoculante más (12-24-12)	45.625 B	58.3	26.3
3	Inoculante más (12-24-12) mas (18-46-0)	154 A	56.8	28.4
4	Fertilizante (12-24-12) mas (18-46-0)	64.6 B	57.9	27.4
5	Testigo absoluto (sin nada)	168.7 A	54.8	23.3
6	Media	106.6	56.6	25.4
	Tratamientos	*	ns	ns
	R2	0.570	0.282	0.412
	CV	38.24	4.39	9.12

5.1 Numero de nódulos totales

El cultivo de frijol por pertenecer a las leguminosas tiene las características de la formación de nódulos en sus raíces consecuencia de una hipertrofia de la misma, el cual es de suma importancia ya que es el órgano especializado que realiza la fijación del N₂ (sanaratne et al., 1987). La cantidad de nódulos presentes en las raíces es particular de cada variedad y de la habilidad que tenga la misma para su formación, y no siempre tiene una relación positiva en cuanto al porcentaje de nitrógeno fijado por la planta, ya que aunque haya presencia de nódulos en una raíz no necesariamente estos están activos y consecuentemente no están fijando nitrógeno.

Para número de nódulos totales se presentó diferencia estadística significativa en la interacción de los factores evaluados, con respecto al número de nódulos presentes en las plantas de frijol en sus distintos tratamientos. Según el análisis de varianza (≤ 0.05), (anexo 1). El cual muestra que el T5 (Testigo absoluto) fue quien mostro mayor media en su total de nódulos con respecto a los demás tratamientos con diferentes fuentes de nitrógeno siendo 84

nódulos, seguido del **T3** (inoculante + 12-24-12 + 18-46-00), con 76 nódulos y **T2** (inoculante + 12-24-12) el cual obtuvo el menor promedio con 22 nódulos. Ver (**Figura 1**)

Manteniendo lo expuesto anteriormente en la aceptabilidad del *Rhizobium* por una especie en particular de frijol, se observa que el testigo absoluto fue el que presento mayor número de nódulos totales en sus raíces, y el T1(testigo relativo solo *Rhizobium*) que obtuvo una buena cantidad de nódulos siendo 50, es probable que el *Rhizobium* tenga buena aceptabilidad con la variedad carrizalito lo cual es importante ya que la presencia de la bacteria en el nódulo incrementa la probabilidad de que estos estén fijando nitrógeno en la misma y la captación por la planta será mejor .Caso contrario con el químico, ya que la planta no se ve con la necesidad de formar nódulos en sus raíces para la síntesis de nitrógeno por que la presencia del fertilizante nitrogenado suple su necesidad y aunque haya formación de nódulos estos no presentan actividad.

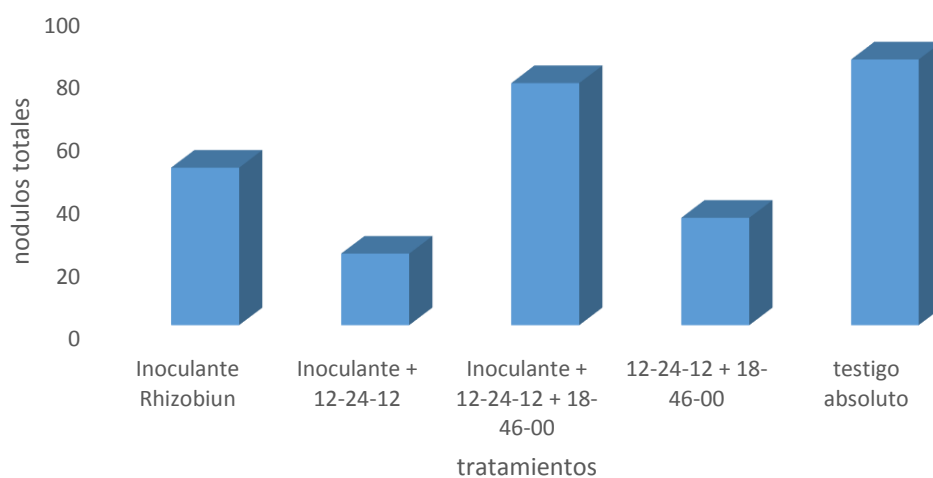


Figura 1. Promedio de Nódulos totales según los fertilizantes químicos evaluados más la inoculación de la bacteria *Rhizobium* para el cultivo del frijol.

5.2 Altura de planta

Basado en los resultados obtenidos en el análisis de varianza podemos decir que la variable altura de planta (ver figura 2), no presentó diferencia estadística ($P > 0.05$), (Anexo 2), en ninguno de los diferentes niveles de fertilización utilizados en el ensayo, aunque no se presentó diferencia significativa podemos observar diferencia entre los tratamientos, el tratamiento que presentó un promedio mayor fue el T2 (inoculante + 12-24-12) con una altura de 58.32 cm, seguido del T3 (inoculante + 12-24-12 + 18-46-00) con una altura de 56 cm, y los que presentaron una menor altura fueron los pertenecientes al testigo absoluto con una media de 54 cm. (Cuadro 1).

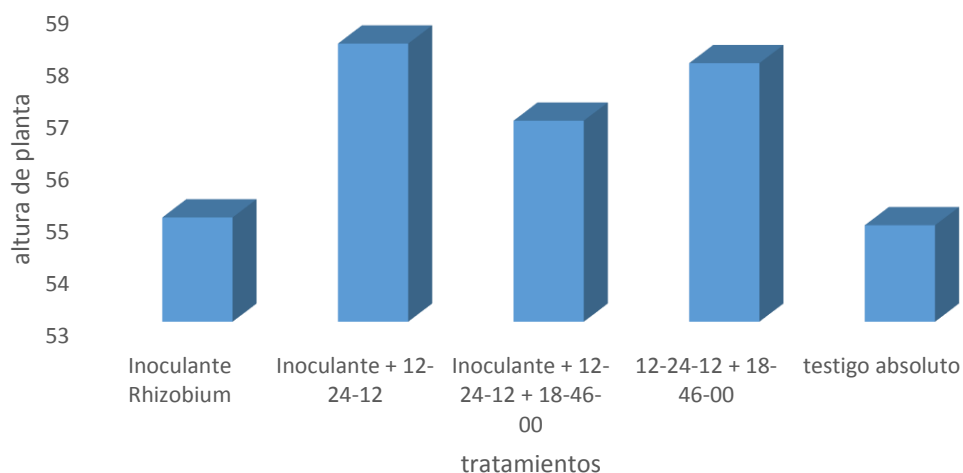


Figura 2 Promedio para altura de planta según los fertilizantes químicos evaluados más la inoculación de la bacteria de Rhizobium para el cultivo del frijol.

La altura o crecimiento de las plantas es un fenómeno cuantitativo Fernández et al (1985) y según White (1990), es el resultado de los procesos de la fotosíntesis, respiración del medio ambiente que influye en la morfología y la fisiología de las plantas. Cuando estos procesos son aprovechados y bien manejados permite al cultivo expresar un grado máximo de su

potencial genético, aunque no todos los cultivares responden igual bajo las mismas condiciones.

5.3 Numero de vainas por plana

Para la variable número de vainas por planta no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$), (anexo 3), entre los tratamientos. Pero si mostraron diferencia numérica. El nivel de fertilización que presentó el mayor número de vainas fue de 28.45 vainas por planta, que corresponde al T3 (inoculante +12-24-12 +18-46-00), en segundo lugar se encuentra el T4 (12-24-12 +18-46-00) con 27 vainas por planta y el más bajo fue de 21 vainas que corresponde al T1 (testigo solo inoculante Rhizobium). (Cuadro 1).

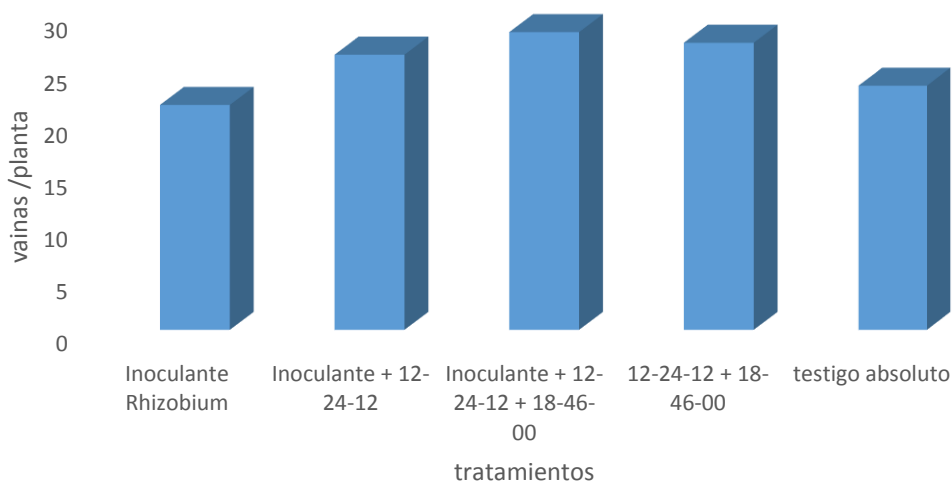


Figura 2 . Promedio de Nódulos totales según los fertilizantes químicos evaluados más la inoculación de la bacteria Rhizobium para el cultivo del frijol.

También el número de vaina por planta es uno de los caracteres que más relación tiene en el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta Tapia (1987). Está determinado por factores ambientales, en la época de la floración (temperatura, viento y agua) y por el estado nutricional de la planta en la fase de formación de vaina y semilla Morgan y López (1993).

White (1985), Expresa que un mayor número de vainas por planta puede provocar por reducción en el número de granos por vaina y peso de cien granos, lo que se conoce como compensación. Lo anterior significa que aunque las vainas por planta son un componente importante del rendimiento, no necesariamente la planta que tenga un mayor número de vainas es la que va a poseer el mejor rendimiento

Importante mencionar que el número de vainas por planta, es un componente cuantitativo del rendimiento que difiere en las variedades, es de baja heredabilidad y por ser poligenico está influenciado por el ambiente (White, 1985).

Estos datos difieren con los datos presentados por (Peña, 2002). Quien encontró datos de 11.4 vainas por planta para la variedad carrizalito.

Promedio para las variables agronómicas evaluadas, Numero de granos por vaina, Peso de cien granos, Rendimiento. Al utilizar los diferentes dosis de fertilizantes químicos más la combinación con la bacteria Rhizobium

El análisis de varianza al ($P > 0.05$) (Anexo 4) para la variable número de granos por vaina no muestra significancia entre los tratamientos evaluados, la diferencia numérica dentro de los tratamientos que mostraron mayor número de granos por vaina y el que mostro el número más bajo es de 0.7 podemos decir que es una diferencia mínima. La diferencia obtenida entre los tratamientos nos indica que las necesidades nutricionales del cultivo posiblemente se suplieron, la causa posiblemente se dé a que la planta utilizo los nutrientes de los fertilizantes aplicados. Ver (cuadro 2)

No se muestra diferencia estadísticamente significativa al ($P > 0.05$) al realizar el peso de 100 semillas de los diferentes tratamientos evaluados. El T3 (Rhizobium +12-24-12 + 18-46-00) es el que mayor peso proporciono a la semilla, seguido del tratamiento, (12-24-12 + 18-46-00), y por último el tratamiento que mostro el menor peso a la semilla, (inoculante + 12-24-

12). Esto nos lleva a afirmar que hay congruencia en lo mencionado por Rojas *et al.* (1985) cuando mencionan que con buen contenido de nitrógeno en la planta forma semillas de buen peso

El T3 (inoculante +12-24-12 + 18-46-00), presento el mejor rendimiento, esto se debe a que este obtuvo una mayor eficiencia y disponibilidad de nutrientes para las plantas, también este tratamiento obtuvo la mayor cantidad de vainas por planta y de igual forma el mayor peso de cien semillas de, estas variables favorece que se obtuviera un mayor rendimiento.

Cuadro 2. Variables de rendimiento

N	Tratamientos	Granos por vaina	Peso de cien semillas	Rendimiento
1	Testigo relativo inoculante	8.2	23	872.7 B
2	Inoculante más (12-24-12)	8.1	21.2	1067.8 AB
3	Inoculante más (12-24-12) mas (18-46-0)	8.0	24.5	1151.8 A
4	Fertilizante (12-24-12) mas (18-46-0)	7.5	24	1098.6 AB
5	Testigo absoluto (sin nada)	8	22.7	821.5 B
6	Media	7.9	23	1002.5
	Tratamientos	ns	ns	**
	R2	0.228	0.268	0.696
	CV	2.62	6.2	32.33

5.4 Numero de granos por vaina

Para la variable número de granos por planta no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$), (Anexo 4), en ninguno de los diferentes tipos de fertilizantes utilizados en el ensayo, lo que si mostraron los tratamientos evaluados fue diferencia numérica, lo cual se puede observar que los rangos oscilaron entre 7.5 a 8.2 granos por vaina, el tratamiento que presento el promedio más alto de números de granos por vaina fue el T1 inoculante Rhizobium con 8.2 granos, y en segundo lugar se encuentra el T2 con 8.15 granos por vaina. El tratamiento

que presentó el promedio más bajo de granos fue el T4 12-24-12 +18-46-00 con 7.5 granos (Cuadro 2).

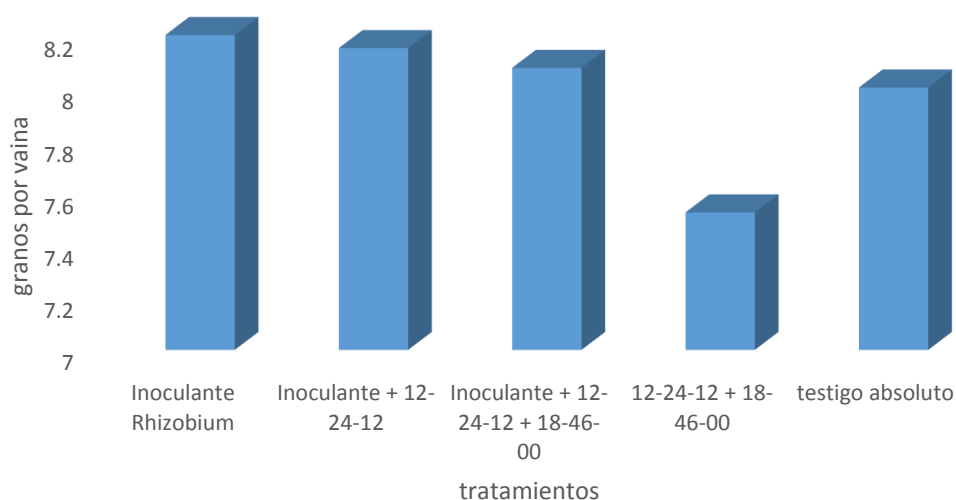


Figura 3. .Promedio para el peso de cien granos según los fertilizantes evaluados más la inoculación de la bacteria de Rhizobiun para el cultivo del frijol.

Haad (1992). Señaló que una correcta fertilización influye positivamente sobre este carácter y que la absorción máxima de fosforo culmina en la fase de formación y llenado de vaina y mantiene este nivel hasta la madurez fisiológica; mientras que de la etapa de germinación hasta la prefloración la absorción es muy baja. Es decir que en la etapa inicial del cultivo de frijol, este demanda una mayor cantidad de N y K. El número de granos por vaina es un carácter que al igual que el número de vainas por plantas no solo es afectada por una deficiente fertilización y condiciones ambientales desfavorables, si no que las enfermedades y plagas es el otro factor que afecta principalmente en la etapa de llenado de grano Corrales (1990).

Según (Henríquez, 1977). El comportamiento del número de semillas por vaina está ligado a condiciones de alta intensidad de radiación solar debido al incremento del área foliar,

aumentando la capacidad fotosintética de la planta, formando de esta manera nutrientes que estimulan la formación de la semilla.

El carácter semilla por vaina en una planta es uno de los factores determinantes del rendimiento (Masaya, 1987). Este carácter es propio de cada variedad, es altamente heredable y se altera poco con las condiciones ambientales (Tapia, 1987).

5.5 Peso de cien granos

No se muestra diferencia estadísticamente significativa al ($P > 0.05$) al realizar el peso de 100 semillas de los diferentes tratamientos evaluados, Pero si mostro diferencia numérica entre los tratamientos evaluados. Los promedios mostrados para la variable del peso de 100 granos obteniendo un rango de 21.25 a 24.5 gramos, así mismo el T3 (inoculante +12-24-12 + 18-46-00) es el que mayor peso proporciono a la semilla con 24.5 gramos, seguido del T1(testigo solo inoculante Rhizobium)que obtuvo un peso de semilla de 23 gramos y por último el tratamiento que mostro el menor peso a la semilla, que fue el T2 (12-24-12 + 18-4-00). Con 21.25 gramos.

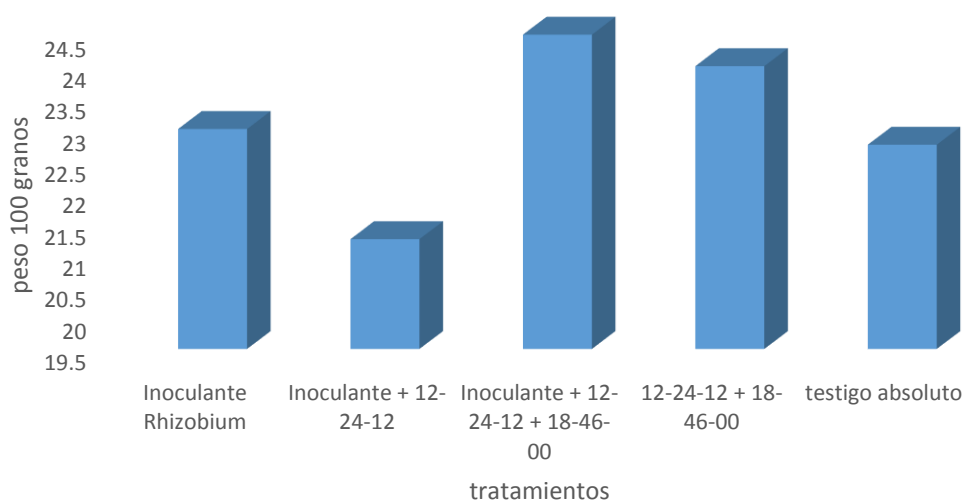


Figura 4. Promedio para el peso de cien granos según los fertilizantes evaluados más la inoculación de la bacteria de Rhizobiun para el cultivo del frijol

Importante mencionar que el peso del grano de frijol, además de ser un carácter cuantitativo influenciado por el medio ambiente, es también un carácter influenciado por factores hereditarios.(García, 1991)

Esta variable expresa la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su crecimiento vegetativo a la semilla en la etapa reproductiva (Zapata y Orozco, 1991). Además es una característica controlada por un gran número de factores genéticos y puede ser influenciada por factores ambientales y edáficos (Verneti, 1983, citado por Amaya y Cruz, 1993).

El peso del grano varía, el CIAT (1987), clasifica el frijol en tres categorías: pequeño, mediano y grande, la semilla pequeña corresponde a un peso de 25 g o inferior, la semilla mediana a un peso entre 25 y 40 g y la semilla grande a un peso mayor a 40 g. En base a esto y según los resultados obtenidos con los niveles de fertilización, la semilla de la variedad carrizalito sería clasificada en grano pequeño (Singh, 1992).

Según Cerrato (1992), el peso de cien granos está determinado por el tamaño que a su vez está determinado por el largo, ancho, grueso y densidad del grano. García (1991), menciona que el peso promedio del grano tiene efecto similar al número de vainas por planta y número de granos por vaina en la determinación del rendimiento es decir, que es un componente importante en la determinación del rendimiento.

5.6 Rendimiento

Según el análisis de varianza para esta variable existe diferencia altamente significativa entre tratamiento y repetición ($P < 0.01$), (Anexo 5), De acuerdo a los resultados obtenidos los tratamientos que presentaron una mayor productividad fueron los que se fertilizaron con (inoculante + 12-24-12 + 18-46-00) con un rendimiento de 1151.8 kg/ha, seguido del T4 (12-24-12 + 18-46-00) con un rendimiento de 1098.6 kg/ha, y el rendimiento más bajo que se obtuvo pertenece al tratamiento (testigo absoluto) con 821.5 kg/ha.

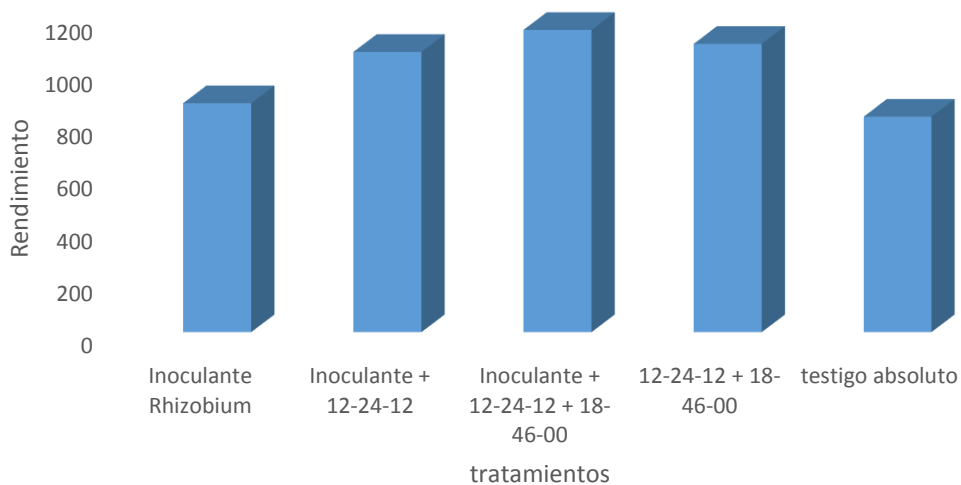


Figura 5. Rendimiento en kilogramos por hectárea según los fertilizantes evaluados más la bacteria Rhizobium en el cultivo de frijol.

Una insuficiencia en el contenido de nitrógeno; reduce las dimensiones de la planta, el área de la superficie foliar, el número y dimensiones del fruto o semilla: El nitrógeno es el elemento que controla en mayor medida la cantidad y calidad del mismo. En el caso de los fosfatados presentes en la materia orgánica del suelo será cedido lentamente a medida que actúe los procesos de descomposición de la misma. Este elemento se encuentra en las plantas formando parte de los ácidos nucleicos, de los fosfolípidos y de las enzimas por lo que es especialmente importante como parte integral del ATP (Arzola et al.; 1981).

El rendimiento es el resultado de un gran número de factores biológicos, ambientales y de manejo agronómico que se ha dado al cultivo, que se relacione entre sí, para luego expresarse en producción por hectárea (Campton, 1985). Es dependiente del genotipo de la variedad de la ecología y determinara la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio (Tapia & Camacho, 1989).

Cuadro 3. Relación beneficio costo para los tratamientos

En el Cuadro 3 Se observa el análisis económico para los tratamientos evaluados (inoculante Rhizobium), (Rhizobium + 12-24-12), (Rhizobium + 12-24-12 + 18-46-00, 12-24-12 + 18-46 00) y el Testigo sin (sin fertilizante). La relación beneficio costo nos determina el retorno obtenido por cada lempira invertido, como se observa en el Cuadro 3. El tratamiento (Rhizobiun) presenta mejores resultados, obteniéndose 7.1 de lempira de ganancia. Es el más rentable con 23,100.4 lempiras por hectárea.

Tratamiento	fertilizante	Costos totales (lps)	Rendimiento kg/ha	Ingresos brutos (lps)	RB/C	Utilidad lps
1	Rhizobium	3,780.00	872.7	26,880.4	7.1	23,100.4
2	rhizobium + 12-24-12	22000.00	1067.8	32,888.7	1.5	10,888.7
3	rhizobium + 12-24-12 + 18-46-00	40,000.00	1151.8	35,476.2	0.9	-4,523.8
4	12-24-12 + 18-46-00	39,180.00	1098.6	33,837.4	0.8	-5,342.6
5	testigo absoluto	3,660.00	821.5	25,302.8	6.9	21,642.8

Haciendo una comparación entre el Testigo (si fertilizante) y el Tratamiento (Rhizobiun) se puede observar que existe una relación beneficio costo de 6.9 y 7.1 respectivamente, la relación beneficio costo no es tan diferente pero al observar la rentabilidad por hectárea existe una diferencia de L.1,457.6. Los demás tratamientos, (inoculante + 12 24-24-12), (Rhizobium + 12-24-12 + 18-46-00), (12-24-12 + 18-46-00) obtuvieron mayor producción, pero aumentaron los costos por lo que son no rentables.

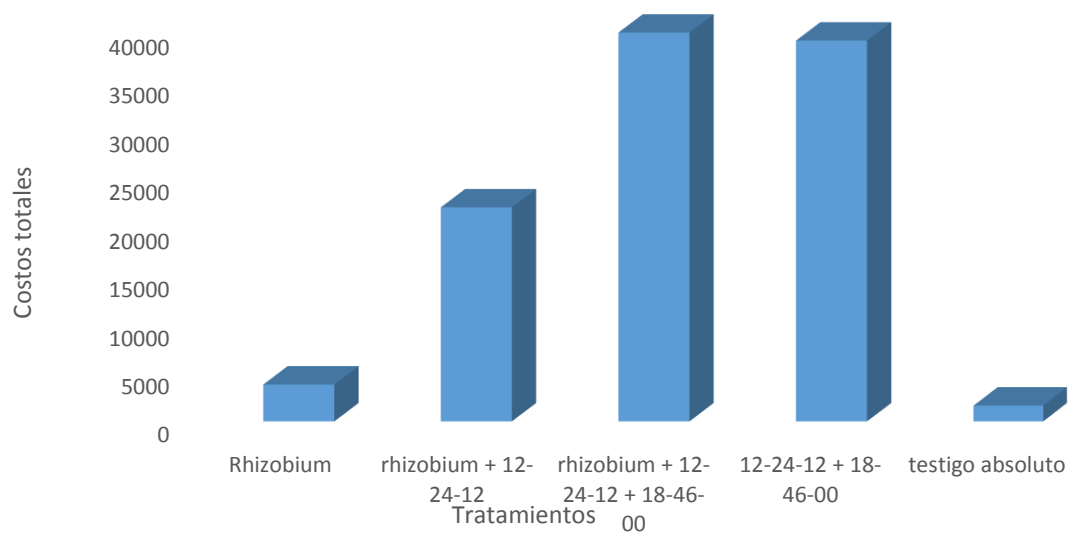


Figura 6. Rentabilidad para los diferentes fertilizantes evaluados para el cultivo de frijol.

VI CONCLUSIONES

El niveles de fertilización (inoculante + 12-24-12 + 18-46-00) fue el que presento los mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas tales como número de nódulos totales; de igual forma se comportaron los caracteres de rendimiento como, numero de vainas por planta, numero de granos por vaina, peso de cien granos y el rendimiento.

Los niveles de fertilización (inoculante Rhizobium + 12-24-12 + 18-46-00), (inoculante Rhizobium + 12-24-12) fueron los que presentaron los mejores resultados en cuanto a rendimiento con 1,151.8 kg/ha y 1,098.6 respectivamente, mismos tratamientos obtuvieron un excelente promedio de granos por vaina con 8. El tratamiento que obtuvo el menor rendimiento fue el testigo absoluto con 821.5 kg/ha. Siendo este el que obtuvo menor productividad.

Los tratamientos correspondientes a los testigos tanto testigo relativo (inoculante Rhizobium) como el testigo absoluto (sin nada) mostraron resultados un tanto similares en todas las variables en estudio es probable que ya existiera la bacteria Rhizobium en el terreno ya que años anteriores se habían realizado ensayos utilizando la bacteria Rhizobium.

VII RECOMENDACIONES

Que los CIALES (comités de investigación agrícola local) den seguimiento a las investigaciones con frijol utilizando otros subproductos orgánicos que puedan ser una alternativa a los productores locales

En investigaciones futuras establecer ensayos en otras regiones con el fin de comparar el efecto o comportamiento de estos cultivares con respecto a diferentes condiciones agroclimatológicas y edafológicas.

Llevar a cabo un análisis de la bacteria *Rhizobium* presentes en el suelo con el objetivo de cuantificar el contenido de este tipo de bacteria y posteriormente definir el balance necesario para realizar una nueva inoculación.

Evaluar este mismo tipo de trabajo experimental utilizando diversas variedades de frijol para observar el comportamiento de los niveles de fertilización en el campo en cada variedad.

VIII BIBLIOGRAFIA

Arias, H, 2007 Manual de frijol, Buenas prácticas agrícolas Medellín Colombia consultado el 13 de agosto de 2015 en línea disponible en [http://www.fao .com/ manual frijol](http://www.fao.com/manual_frijol)

ALEXANDER, M. 1977. Introducción a la microbiología del suelo. AGT Ed. pp. 463-481. Medellín Colombia consultado el 12 de julio de 2015 disponible en www.sag.gob.hn/dmsdocument/2956

Arias, 2007 Buenas Practicas Agrícolas CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT 1984 Morfología de la planta de frijol Medellín Colombia consultado el 25 de julio de 2015 en línea [http://www.fao .com/ manual frijol](http://www.fao.com/manual_frijol)

Arzola, P.N. 1986. Suelo planta y abonado. Primera reimpresión. Editorial Pueblo y Educación. Habana, Cuba. 460 pág.

Chavarría, 2010, Manual de producción de frijol Tegucigalpa Honduras en línea consultado 13 de agosto de 2015 *DICTA*. Obtenido de <http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf>

Campton, L.P. 1985. La investigación en sistemas de producción de sorgo en Honduras. Aspectos agronómicos. UNISORK, CIMMYT. México D F. 37

Escoto 2005 El cultivo de frijol Tegucigalpa Honduras en línea, consultado el 13 de agosto del 2015 disponible en <http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf>

FAO. 1995. Manual técnico de la fijación del nitrógeno. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp: 10-35. (en línea) consultado el 12 de abr. 2012. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos35/rhizobium-etli-frijol/rhizobium-etli-frijol.shtml>.

Gonzales V. s.f. Importancia del uso de Rhizobium en la nutrición de especies leguminosas (En línea). Consultado el 20 de abr. 2012. Disponible en: <http://smcg.ccg.unam.mx/enp-unam/03-EstructuraDelGenoma/GenomicaEnMexico.pdf>

Goodman, R; Brintrim, SB; Handelsman, J; Quirino, BF; Rosas, JC; Simon, HM; Smith, KP.1997. Soil Microflora and Rhizosphere Microbiology. Madison, Wisconsin USA. Department of Plant Pathology, University of Wisconsin. 219-231.

Mayea, S; Carone, Margarita; Novo, R.; Boado, Isabel; Silveira, E.; Soria, Miguelina; Morales, Yolanda y Valiño, A. 1998. Microbiología Agropecuaria. Tomo II. Ed. Félix Varela. La Habana. En línea consultado 27 de agosto de 2015 disponible en 3.esoft.com.mx/esofthands/include/upload_files/4/Archivos/PA00092.pdf

Rodríguez, V. s.f. Hongos ectomicorrícicos/Importancia ecológica y aplicaciones prácticas (En línea). Consultado el 20 de abr. 2012. Disponible en: http://www.usc.es/estáticos/journal-historico/opinion_amp2080.htm.

SAG, DICTA Programa Nacional de Generación de Tecnología 1998. El cultivo de frijol. Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores Tegucigalpa Honduras. 32p

Sánchez-Yáñez, J. M. 1997. Producción de inoculantes para leguminosas y gramíneas. Coordinación de la Investigación Científica. Instituto de Investigaciones Químico-

Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.(en línea) consultado el 12 de abr. 2012. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos35/rhizobium-etli-frijol/rhizobium-etli-frijol.sht>.

TAMEZ, G, P, Y JJ. PEÑA-CABRIALES. 1989. Estudio sobre la simbiosis Rhizobium–Jicama (*Pachirihzus erosus*, Urbam) II Reunión Nacional de la Fijación Biológica de N₂ Guadalajara, Jalisco (Memorias).

Tapia, B, H. y Camacho, H, A. 1988. Manejo integrado en la producción de frijol basado en labranza cero. Primera Edición. GTZ. Managua, Nicaragua. 181 Pp.

Voyset 1983 Variedades de frijol Cali Colombia en línea consultado el 25 de julio de 2015 disponible en [http://www.fao.com/ manual frijol](http://www.fao.com/manual_frijol)

White, J, 1985. Concepto básico de la fisiología del frijol. EN; frijol investigación y producción, CIAT. Editorial XYZ. Cali, Colombia.143-144p.

Zapata, M & Orozco, P. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de malezas, crecimiento y rendimiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) Rev. 81 en el ciclo de postrera 1989. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua.

IX ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable nódulos totales

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Sig.
Repetición	3	1178.912	392.971	0.501	0.689
Tratamiento	4	11315.763	2828.941	3.604	0.038
Error	12	9419.838	784.986		
Total	19	21914.513			

NS= no presenta significancia; (**)= significativo al 1% de probabilidad; (*)=significativo al 5% de probabilidad; C.V= 38.24 R2= 0.570

Anexo 2. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable altura de planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Sig.
Repetición	3	9.646	3.215	0.294	0.829
Tratamiento	4	41.932	10.483	0.958	0.465
Error	12	131.332	10.944		
Total	19	182.91	24.642		

NS= no presenta significancia; (**)= significativo al 1% de probabilidad; (*)=significativo al 5% de probabilidad; C.V= 4.39 R2= 0.282

Anexo 3. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable vainas por planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Sig.
Repetición	3	43.105	14.368	0.679	0.582
Tratamiento	4	134.911	33.728	1.593	0.239
Error	12	254.013	21.168		
Total	19	432.029	69.264		

NS= no presenta significancia; (**)= significativo al 1% de probabilidad; (*)=significativo al 5% de probabilidad; C.V= 9.12 R2= 0.412

Anexo 4. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable granos por vaina

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Sig.
Repetición	3	0.778	0.259	0.471	0.708
Tratamiento	4	1.173	0.293	0.533	0.714
Error	12	6.607	0.551		
Total	19	8.558	1.103		

NS= no presenta significancia; (**)= significativo al 1% de probabilidad; (*)=significativo al 5% de probabilidad; C.V= 2.62 R2= 0.228

Anexo 5. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable peso de 100 granos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Sig.
Repetición	3	13.800	4.600	0.517	0.678
Tratamiento	4	25.300	6.325	0.711	0.600
Error	12	106.700	8.892		
Total	19	145.8	19.817		

NS= no presenta significancia; (**)= significativo al 1% de probabilidad; (*)=significativo al 5% de probabilidad; C.V= 6.2 R2= 0.268

Anexo 6. Análisis de varianza (ANAVA) Para la variable rendimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Sig.
Repetición	3	40513.348	13504.449	1.932	0.178
Tratamiento	4	151802.414	37950.604	5.431	0.010
Error	12	83860.566	6988.381		
Total	19	276176.328	58443.434		

NS= no presenta significancia; (**)= significativo al 1% de probabilidad; (*)=significativo al 5% de probabilidad; C.V= 32.33 R2= 0.696

Anexo 7. Cuadro de los costos de los fertilizantes y la mano de obra utilizados en el experimento

Concepto	unidad	cantidad	costo unitario	sub total
Fertilizante				
12-24-12	lb	2	510.00	510.00
18-46-00	lb	2	510.00	510.00
Rhizobium	g	1	220.00	220.00
Mano/ obra				
siembra	jornal	5	250.00	250.00
Aplicar fert	jornal	6	300.00	300.00
arranque	jornal	5	125.00	125.00
conteo	jornal	9	180.00	180.00
Aporreo	jornal	3	240.00	240.00
aplicación	jornal	1	60.00	60.00
Limpieza	jornal	6	180.00	180.00
Insecticidas				
cipermetrina	ml	1	240.00	240.00
engeo	ml	1	250.00	250.00
karate	ml	1	240.00	240.00
Fungicidas				
pytom	ml	1	300.00	300.00
Dictane	ml	1	280.00	280.00
Herbicidas				
fusilade	ml	1	700.00	700.00
flex	ml	1	700.00	700.00
Preparacion del terreno				
Dos pases de rastra	tractor	1	800.00	1,600.00
total				6,885.00

Anexo8 Anexo 8.Croquis del campo experimental

401	402	403	404	405
-----	-----	-----	-----	-----

IV

305	304	303	302	301
-----	-----	-----	-----	-----

III

201	202	203	204	205
-----	-----	-----	-----	-----

II

105	104	103	102	101
-----	-----	-----	-----	-----

I

Anexo 9 Descripción de los niveles de fertilización

Tratamientos	Identificación	Distribución de los tratamientos en los bloques						
T1	Testigo relativo inoculante		T1- R1 101	T3- R1 102	T2 R1 103	T4- R1 104	T5R1 105	Día de siembra
T2	Inoculante (12-24-12)	más	T2- R2 205	T4- R2 204	T1- R2 203	T3- R2 202	T5R2 201	La 1ra el día de siembra, 2da 15 dds, 3ra 30 dds
T3	Inoculante (12-24-12) (18-46-0)	más mas	T3- R3 301	T1- R3 302	T4- R3 303	T2- R3 304	T5R3 305	La 1ra el día de siembra, 2da 15 dds, 3ra 30 dds
T4	Fertilizante (12-24-12) mas (18-46-0)		T4- R4 405	T2- R4 404	T3- R4 403	T1- R4 402	T5R4 401	La 1ra el día de siembra, 2da 15 dds, 3ra 30 dds