



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE URACCAN

Monografía

Comportamiento productivo del *Phaseolus vulgaris* L. con dos tipos de fertilización, comunidad Tipispan, Rosita, 2015

Para optar al título de Ingenieras Agroforestal

AUTORAS:

Bra. Carla Vanessa Espinoza Duarte
Bra. Ana Iris Madrigal Valle

TUTOR:

MSc. Oscar Montalván Castellón

Siuna, Enero, 2016

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE
LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN**

Monografía

Comportamiento productivo del *Phaseolus vulgaris* L. con dos tipos de fertilización, comunidad Tipispan, Rosita, 2015

Para optar al título de Ingenieras Agroforestal

AUTORAS:

Bra. Carla Vanessa Espinoza Duarte

Bra. Ana Iris Madrigal Valle

TUTOR:

MSc. Oscar Montalván Castellón

Siuna, Enero, 2016

Dedico este trabajo monográfico a:

Al creador, por ser mi guía espiritual en todos los actos de mi vida, por darme fe en mi misma, prudencia, fortaleza y haberme dado la oportunidad de superarme, logrando así vencer los obstáculos que se me presentaron durante los cinco años de mi carrera y culminar esta etapa de mi vida con salud y con ánimos a seguir adelante.

A mis padres: Bernardo Espinoza Rivera y Mercedes Duarte Barrera por el infinito amor que me dieron siempre, el apoyo incondicional, por la tolerancia y paciencia que me tuvieron cada día, con voluntad me han enseñado a conducirme por el buen camino, por ser ellos mi fuente de superación.

A mi maravillosa hija Gabriela Cantillano Espinoza, por ser el regalito más bello que mi creador me ha regalado y así ha llenado mi vida de fortaleza.

A mi esposo Oscar Cantillano Larios por compartir su vida conmigo, por sus consejos, su apoyo, comprensión y su ayuda constante durante el transcurso de mi trabajo monográfico.

A mis hermanos y hermanas por haberme apoyado en todo momento de forma única y especial, quienes fueron mi fuente de apoyo siempre.

A todos ellos y ellas un millón de gracias.

Carla Espinoza Duarte.

A Dios por darme la vida, salud, fuerza, inteligencia, sabiduría para vencer los obstáculos que viví constantemente en mi período de estudio y principalmente haber logrado culminar mi monografía y pidiéndole que me permita alcanzar nuevas metas.

A mi madre, Antonia del Socorro Valle Quintero por haberme dado la vida y la educación con sacrificio a pesar de haber sido madre y padre para mí, por su apoyo incondicional y por ser la inspiración, mi modelo de superación porque ha demostrado con que sacrificio y dedicación se logran las metas propuestas.

Ana Madrigal Valle

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios nuestro Padre Celestial por la vida que nos ha dado, por la salud, sabiduría y fortaleza que nos da siempre y así poder terminar nuestro trabajo monográfico y nuestra carrera.

A nuestros padres y familiares por la confianza depositada en nosotros, por su apoyo incondicional y por sus consejos y motivación que nos dieron para culminar esta carrera profesional.

A nuestro tutor MSc. Oscar Montalván Castellón por habernos guiado con entusiasmo y dedicación en la realización de nuestro trabajo monográfico.

Nuestro más sincero agradecimiento al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), particularmente al coordinador del municipio de Rosita, el Ingeniero Ramón Hernández, por habernos facilitado nuestro tema monográfico, por su apoyo constante en el trabajo de campo, su asesoría e informaciones brindadas.

A la Finca de Investigación e Innovación Tecnológica (FIIT) La Bonita de la comunidad de Tipispán del municipio de Rosita, por presentarnos sus condiciones, herramientas de trabajo de campo y en especial a sus propietarios Juan Daniel Martínez y Nicolasa Martínez por habernos dado parte de su tiempo, por su participación en cada actividad realizada en la parcela experimental de *Phaseolus vulgaris L.*

A la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN) recinto Las Minas por darnos la oportunidad de cursar nuestra carrera de Ingeniería Agroforestal y en especial a los docentes que nos apoyaron siempre para poder cumplir nuestra meta.

ÍNDICE

CONTENIDOS	PÁGINAS
DEDICACIÓN.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Generalidades.....	4
3.2. Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol.....	6
3.3. Rendimiento productivo de frijol	11
3.4. Rentabilidad del cultivo de frijol con fertilización mineral e inoculante.....	13
IV. HIPÓTESIS	15
V. DISEÑO METODOLÓGICO	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
6.1. Generalidades.....	23
6.2. Efecto de la fertilización de urea e inoculante en el crecimiento y desarrollo del frijol chile claro.....	23
6.3. Rendimientos productivos de frijol de la variedad criolla chile claro, mediante la aplicación de urea e inoculante.....	26
6.4. Rentabilidad del cultivo de frijol de la variedad criolla chile claro de acuerdo a la aplicación de urea e inoculante.....	30
VII. CONCLUSIONES.....	33
VIII. RECOMENDACIONES	34
XIII. BIBLIOGRAFÍAS.....	35
XIII. ANEXOS	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Títulos

- Anexo 1.** Diseño del área experimental.
- Anexo 2.** Hoja de registro de recopilación de datos.
- Anexo 3.** Medias de los tratamientos vs variables en estudio
- Anexo 4.** Validación estadística de los datos.
- Anexo 5.** Número de granos por parcela.
- Anexo 6.** Peso total de los granos de frijol por parcela.
- Anexo 7.** Peso en gramos de 1000 granos de frijol por parcela.
- Anexo 8.** Costos de producción del cultivo de frijol.
- Anexo 9.** Fotografías de la parcela experimental de *Phaseolus vulgaris L.* en la Finca La Bonita, Rosita, época de apante 2014 – 2015.

RESUMEN

La presente investigación “Comportamiento productivo de *Phaseolus vulgaris* L. con dos tipos de fertilización , comunidad Tipispan, Rosita 2015” se realizó en la finca de investigación e innovación tecnológica del señor Juan Daniel Martínez Chavarría del municipio de Rosita, correspondiente a la Región Autónoma Caribe Norte de Nicaragua.

El objetivo principal del estudio fue evaluar el comportamiento productivo del cultivo del frijol de la variedad criolla chile claro con dos tipos de fertilización urea e inoculante; para esto se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones y cuatro bloques. Como variables de estudio se tomó en cuenta altura de la planta número de ramas por planta, número de hojas por planta, longitud de la guía, flores por planta, vainas por planta, granos por vaina, rendimiento productivo y rentabilidad del cultivo.

El experimento comprendió un universo de 1,344 plantas tomando una muestra de 216 plantas distribuidas en un área efectiva de 300m². Se aplicaron dos tratamientos, urea e inoculante más el testigo.

Una vez recopilados los datos en campo se procedió a realizar los respectivos análisis estadísticos, para lo cual se utilizó el programa estadístico SPSS v21. Los análisis en base al efecto de la fertilización de urea e inoculante en el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol revelaron que para la única variable en la que existen diferencias significativas es para ramas por planta ($0.026 < 0.05$), para las demás variables en estudio no se encontró diferencias entre los tratamientos aplicados. El inoculante favorece la altura de la planta (40.785 cm) sobre la aplicación de urea, igualmente la mayor cantidad de vainas por planta se obtienen con el tratamiento inoculante (12.750) mientras que la variable granos por vaina los resultados muestran que el inoculante propicia mayor cantidad de granos con 6.075 por vaina.

Con respecto al rendimiento productivo (qq/mz), el análisis estadístico revela que no existen diferencias significativas ($0.208 > 0.05$), obteniendo el inoculante 13.18 quintales por manzana y la urea con 12.1 qq/mz respectivamente.

De acuerdo a la rentabilidad del cultivo del frijol bajo la aplicación de ambos tratamientos, los resultados indican que es más rentable el inoculante 179.94% frente a un 137.81% con la aplicación de urea.

SUMMARY

The present investigation “Conducting productive of *Phaseolus vulgaris* L. with two types of fertilization, Tipispan community, Rosita 2015” it was carried out in Mr. Juan Daniel Martinez Chavarria investigation and innovation technological property, Rosita city, corresponding to the North Caribbean coast autonomous region from Nicaragua.

The main objective of the study was to evaluate the conducting productive to the beans plants using the creole variety chile claro with two types of fertilization urea and inoculating; it utilized one block totally aleatory design (DBCA) with three repetitions and four blocks. As studies variables it took into account, heights of the plants, numbers to the branches by plant, number of leafs by plant, length to the guide, flowers by plant, pods by plant, seed by pod, productive yield and profitability to the bean plants.

The experiment include an universe of 1344 plants taking a simple of 216 plants distributed into effective area of 300m². It used two treatments which were urea and inoculating more the witness.

Once compiled the datas in the experimental area it proceeded to do the respectives statistical analysis, for that is used the statistical program SPSS v21. The analysis in base to the effect of the fertilization of urea and inoculating in the growth and development of the bean plants reveals to the only variable it had significant differences is to branches by plants ($0.026 < 0.05$), for the other variables in study do not found significant differences between the treatments used. The inoculating favor the height of the plant (40.785 cm) over the application of urea, similar the major quantity of pods by plants is obtain with the treatments inoculating (12.750) while the variable seeds by pod the results shows the inoculating is favorable for major quantity of seeds with 6.075 by pod.

About the matter to productive yield (qq/mz), the statistical analysis reveal there is not significant differences ($0.208 > 0.05$), obtaining the inoculating 13.18 qq/mz and the urea 12.1 qq/mz respectively.

In accordance to the profitability of beans crop under the application both treatments, the results show is more profitable the inoculating with 179.94% than the urea with 137.81%.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, se puede resaltar que en Colombia hace más de 50 años (1961) los rendimientos productivos de frijol eran de 0.6 toneladas/hectárea y en el 2010 el rendimiento incrementó a 1.2 toneladas/hectáreas. El frijol en América Latina y África constituye la segunda fuente de proteína vegetal. En el caso de México, el frijol ha formado parte importante de la cultura gastronómica, llegando a constituir hasta el 15% de la dieta en las zonas más marginadas. La combinación frijol-maíz logra el aporte de hasta el 70% de las calorías requeridas y el 50% del requerimiento de proteínas.

En Nicaragua se cultivan alrededor de 350 mil manzanas por año con una producción de cuatro millones de quintales, producida en un 95% por pequeños y medianos productores que utilizan baja tecnología y carecen de apoyo financiero, pues la generación de tecnologías eficientes para el manejo del cultivo son de poco interés para las compañías involucradas y los costos de estas no pueden ser pagadas por los productores (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2009, p. 5).

Así mismo, el cultivo de frijol ocupa el segundo lugar de importancia alimenticia y económica en nuestro país. Es un rubro importante para la generación de empleo, ya que se involucran aproximadamente 151 mil productores, generando fuentes de trabajo familiar, así como dinamizando la maquinaria de acopiadores, procesadores, distribuidores, detallistas y exportadores.

En la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) el frijol es cultivado por aproximadamente el 95% de los pequeños y medianos productores comunitarios de la Costa Caribe Norte. Así mismo, la producción de frijol está destinada principalmente a satisfacer las necesidades de consumo familiar (60%), se comercializa el 30% para cubrir otras necesidades y el 10% es almacenado para la siembra. El consumo per cápita se calcula en 0.25 libras de frijol por día, siendo consumido 2 a 3 veces al día (**Ministerio Agropecuario Agroforestal, 2007, p. 2**).

La superficie dedicada a la producción del frijol es de 327 mil manzanas, lo que representa casi un 22 por ciento del área agrícola total. El frijol se siembra en 17 departamentos, entre los que destacan Matagalpa, Jinotega, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) y Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), con una participación del 57 por ciento sobre el total de área sembrada de frijol. Matagalpa y Jinotega dedican una superficie de 110 mil manzanas a la producción de este rubro, el 34 por ciento del total del área frijolera (**Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos, 2006, p. 2**).

La tendencia mostrada por el rubro de frijol es creciente a partir de los ciclos agrícolas 2000/2004, en que se registra el punto más alto, alcanzándose una producción de 5, 067,444qq/mz, pero en el ciclo 2004/2005 se refleja una brusca caída (24.79%), luego un aumento en el 2005/2006 (22.3%), debido a una expansión

en el área cultivada y una mejoría del 4.9% en el rendimiento promedio por manzana. También en el ciclo agrícola 2006/2007 se presenta nuevamente una baja de la producción (2.45%) debido principalmente a la reducción del área cultivada en este rubro y las afectaciones por plagas y enfermedades cerrando el ciclo con una producción total de 4, 547,761 quintales.

Según la FAO (2006) citado por **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2009, p. 7)** resaltan que el promedio de rendimiento en los últimos cinco años para el istmo, fue de 0.7 t/ha. La mayor productividad se registró en El Salvador, con 1 t/ha, le siguen Belice y Nicaragua con 0.8 t/ha cada uno. Honduras, Costa Rica y Guatemala mantienen un promedio de 0.7 t/ha y Panamá 0.4 t/ha.

En este experimento se evaluará el comportamiento productivo del *Phaseolus vulgaris L.* de la variedad criolla chile claro con los fertilizantes de urea e inoculante en la Finca de Investigación e Innovación Tecnológica (FIIT) La Bonita ubicada en la comunidad Tipispan del municipio de Rosita durante el ciclo agrícola apante 2014 – 2015.II. El estudio persigue en particular evaluar el comportamiento productivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) de la variedad criolla chile claro con dos tipos de fertilización: urea e inoculante en la Finca de Investigación e Innovación Tecnológica (FIIT) La bonita de la comunidad de Tipispan del municipio de Rosita en la época de apante.

Se espera que este estudio proporcione información sobre el uso apropiado de los fertilizantes urea o inoculante, también queremos evidenciar prácticas agrícolas en las FIIT, cuyo fin es mejorar la producción del rubro de frijol e incrementar los ingresos económicos a las familias productoras. Además, servirá para el INTA encargada de las investigaciones científicas, sea la fuente de información y de esta forma continúen programas de fertilización con los productores y productoras del municipio y así contribuir a la seguridad alimentaria de las familias.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar el comportamiento productivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) de la variedad criolla chile claro con dos tipos de fertilización: urea e inoculante en la Finca de Investigación e Innovación Tecnológica (FIIT) La bonita de la comunidad de Tipispan del municipio de Rosita, ciclo agrícola 2014 – 2015, época de apante.

2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Determinar el efecto de la fertilización de urea e inoculante en el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol criollo chile claro.
- ❖ Estimar los rendimientos productivos de frijol de la variedad criolla chile claro, mediante la aplicación de urea e inoculante.
- ❖ Valorar la rentabilidad del cultivo de acuerdo a la aplicación de urea e inoculante.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Generalidades

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo importante para la alimentación humana por su alto contenido de proteína (22%), carbohidratos, vitaminas y minerales. La producción se efectúa en condiciones de secano, en todas las regiones del país en alturas que varían entre 50 a 800 msnm y bajo condiciones variables de temperatura y precipitación **(Torrez.s.f, p. 1)**.

El 95% de la siembra la realizan pequeños y medianos productores, el área de siembra a nivel nacional ha variado entre 210 y 280 mil hectáreas (300 a 400 mil mz). Los rendimientos son inestables, dependen de las condiciones climáticas y fuentes de financiamiento; en los últimos 10 años el rendimiento promedio nacional incrementó de 638 kg/ha a 830 kg/ha (10 a 13 qq/mz) **(Torrez.s.f, p. 1)**.

En Nicaragua las variedades de frijol utilizadas para la siembra se pueden dividir en criollas, acriolladas y mejoradas, siendo las dos primeras las de mayor uso en la actividad frijolera del país y de mayor aceptación en el mercado nacional **(Anónimo, s.f, p. 17)**.

La planta de frijol se puede establecer en una gran diversidad de suelos de características variables. Sin embargo, para su producción, se recomiendan suelos sueltos, con buen drenaje y profundidad superior a los 30 cm. En lo posible se debe evitar sembrar en terrenos con suelos que se endurecen fácilmente o en suelos pedregosos donde no hubo frijol anteriormente. El rango de pH apropiado está entre 6.0 y 7.5 **(Sáenz, 2002, p. 19)**.

Por ser una planta de origen tropical, se desarrolla y produce mejor a temperaturas entre 18 y 24°C que generalmente predominan a una altitud que varía entre 400 y 1200 msnm. Las temperaturas inferiores a 18 °C afectan el desarrollo vegetativo de las plantas provocando un retraso en la floración, prolongándose el ciclo de crecimiento. Los requerimientos de agua para el cultivo son aproximadamente de 300-350 mm de agua, bien distribuida durante todo el ciclo del cultivo **(Sáenz, 2002, p. 19)**.

Variedades criollas

Una variedad criolla es aquella que ha sido cultivada desde tiempos inmemorables en una o varias de las zonas frijoleras del país, son variedades muy adaptadas a las condiciones ambientales que prevalecen la zona como altas temperaturas, sequía, baja fertilidad de los suelos, sistemas y épocas de siembra, manejo del cultivo y factores bióticos como ataque de plagas insectiles e incidencia de enfermedades, representa un recurso genético de incalculable valor para programas de mejoramiento genético debido a la presencia de rasgos deseables como: resistencia al ataque de insectos y patógenos, adaptación al ambiente de las regiones frijoleras,

poca exigencia de insumos y manejo y de las características organolépticas y de procesamiento apreciadas por el consumidor (**Anónimo, s.f, p. 17**).

Características de la variedad: Frijol Chile Claro vaina roja.

No	Características	Descripción
1	Color del grano	Rojo Brillante
2	Hábito de crecimiento	Intermedio
3	Días a flor	32
4	Días a madurez	68
5	Vainas por planta	20
6	Granos por vaina	8
7	Peso 1000 semillas (libras)	1.5 Libras
8	Rendimiento (qq/mz)	16
9	Adaptación (msnm)	100-1000
10	Épocas de siembra	Septiembre-Diciembre
Reacción a:		
11	Babosa	Tolera poco
12	Malla	Tolera bastante
13	Caracoles	Tolera bastante
14	Roya	Tolerante
15	Mosaico común	Tolera poco
16	Mosaico dorado	Tolera poco
17	Gorgojos	Tolera poco
18	Mustia hilachosa	Susceptible
19	Antracnosis común	Susceptible
20	Altas temperatura	Tolerante

Fuente: Hislop y López (2014). Catálogo: Materiales criollos y acriollados de maíz y frijol. Seleccionadas en proceso de fitomejoramiento participativo en Siuna y Rosita (p. 19).

Variedades acriolladas

Estas variedades fueron inicialmente introducidas a la producción frijolera como variedades mejoradas. Sin embargo, debido a las características de la producción de frijol Nicaragüense como: cultivo principalmente para autoconsumo, se apegó a variedades locales, auto abastecimiento de semillas, permisión de mezclas varietales, estas variedades han perdido su constitución genética original. No obstante, están bien adaptadas, son estables y proveen rendimientos aceptables aun cuando la adición de insumos es deficiente (**Anónimo, s.f, p. 18**).

Variedades mejoradas

Las variedades mejoradas no siempre representan un avance notable en cuanto a rendimiento junto a otras variedades dentro de una misma zona agroecológica de producción, si no que muchas veces la superioridad de una variedad mejorada se

manifiesta en el momento en que esta puede hacer uso de sus atributos especiales frente a condiciones adversas en contraste al comportamiento del resto de variedades en la zona, por ejemplo: la incidencia de alguna enfermedad importante, sequía, suelo salino entre otros. Por tal razón no es necesariamente importante el pensar en una variedad mejorada como el factor que representa un mayor volumen de producto por unidad de área dentro de una zona frijolera, sino el hecho de que esta nueva variedad pueda garantizar en presencia de aquellos factores limitantes el rendimiento esperado o mínimo aceptable **(Anónimo, s.f, p. 18)**.

3.2. Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol.

Fertilización completa ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) la urea es un compuesto orgánico blanco y cristalino, de fórmula $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, conocida también como carbamida, perteneciente a la familia química de amidas alifáticas. Presenta un punto de fusión de $132,7^\circ\text{C}$, es soluble en agua (fácilmente en agua caliente) y en alcohol, y ligeramente soluble en éter **(Orozco, s.f, p. 5)**.

Inoculantes

El inoculante está compuesto por una bacteria llamada Rhizobium (específica para frijol) que se inserta en material rico en materia orgánica (turba virgen) y que luego se reproduce por millones. Su trabajo es aumentar la fijación del nitrógeno atmosférico a través del incremento de nódulos en las raíces de las plantas, estas últimas al desarrollar raíces más profundas absorben mayor cantidad de nutrientes del suelo y por ende incrementan los rendimientos productivos **(Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua & Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos, 2011, p. 1)**.

Uso y función del inoculante

Corbera y Nápoles (2000) citado por **Sáenz, (2002, p. 9)** el uso cada vez mayor de microorganismos edáficos para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos para obtener adecuados niveles de rendimiento y calidad de los productos, constituye una alternativa promisorio frente a los fertilizantes minerales. Esto hace posible el ahorro parcial o total de los fertilizantes minerales, así como el incremento de los procesos biológicos en el suelo como índice de sostenibilidad del proceso agrícola.

Factores ecológicos relacionados a la micorrización

La infección micorrízica depende de condiciones que determinan las características de los hospederos del suelo, en particular el potencial fotosintético del hospedero, y la fertilidad, condiciones físicas y contenido del agua y cantidad y calidad del humus presente en el suelo **(Sáenz, 2002, p. 24)**.

Entre estos factores se pueden mencionar el **Inóculo de micorriza** donde las plantas asociadas a las micorrizas predominan en la mayoría de los ecosistemas naturales, por eso el Inóculo de micorriza está presente en la mayoría de todos los suelos. La cantidad de Inóculo de micorriza que es compatible con la planta puede ser medido por experimentación **(Sáenz, 2002, p. 24)**.

Problemas del suelo

Los propágulos de micorrizas pueden estar ausentes en suelos donde severas perturbaciones al suelo hayan resultado en pérdida de la cubierta del suelo, o donde las plantas hospederas estén limitadas por factores del suelo como la salinidad, aridez o extremos climáticos. La mayoría de estudios de asociaciones de micorrizas en suelos altamente perturbados, muestran que se han reducido los niveles de propágulos de micorrizas. Formas menos severas de perturbación del suelo, que incluyen la labranza mecánica, actividad de los animales del suelo, fuego y erosión, pueden también reducirlos niveles de propágulos de micorriza **(Sáenz, 2002, p. 24)**.

Fertilidad del suelo: Un factor clave en los efectos del potencial de las micorrizas para beneficios de las plantas es la cantidad de fosfato y nitrógeno en el suelo. El fósforo es considerado como el más importante de los factores limitantes del crecimiento de las plantas, el cual puede ser suplido por las asociaciones micorrícicas. El incremento en los niveles de fósforo pueden causar reducciones en el beneficio de las micorrizas a las plantas **(Sáenz, 2002, p. 24)**.

Luz: Al aumentar la intensidad luminosa, el aumento de las micorrizas es proporcional al número de raíces cortas, posiblemente por un aumento en la disponibilidad de nutrimentos, principalmente carbohidratos libres en las raíces **(Sáenz, 2002, p. 24)**.

Temperatura: La temperatura tiene una acción directa sobre el porcentaje de crecimiento radical y la producción de nuevas raíces. La temperatura óptima para el crecimiento de las micorrizas varía entre 17 y 27 °C, para la mayoría de estos hongos **(Sáenz, 2002, p. 24)**.

Agua y aireación: Las formaciones micorrícicas están influenciadas por la humedad del suelo y por la aireación. Se cree que el crecimiento miceliar decrece a una baja concentración de oxígeno, debido a que la mayoría de los hongos son aeróbicos. La formación micorrícica se inhibe en suelos arcillosos, debido a la dificultad de las raíces para penetrar en este, así como también una pobre aireación **(Sáenz, 2002, p. 24)**.

Son muchos los factores que inciden en la baja producción, algunos como la disponibilidad de semilla de calidad, altos precios de insumos, falta de financiamiento y el acceso a tecnología para mejorar los rendimientos, son los de mayor relevancia **(Brenes &Torrez, s.f., p. 10)**.

Las leguminosas son de importancia decisiva para el equilibrio de la naturaleza por el hecho de convertir el nitrógeno gaseoso del aire en amonio, una forma soluble de nitrógeno, el cual pueden aprovechar las plantas. Hoy en día, las leguminosas aportan a los suelos mayor cantidad de nitrógeno que los fertilizantes minerales **(Binder, 1997, p. 40)**.

Urbina y Cáceres (2004) citado por **Torrez, (s.f., p. 1)** señala que uno de los puntos más importantes dentro de la fijación biológica del nitrógeno es la simbiosis entre la leguminosa y bacterias del genero *Rhizobium*. Sin embargo, el frijol común en la mayoría de las condiciones es incapaz de satisfacer sus requerimientos de nitrógeno por medio del proceso de fijación; por ello, muchas veces se le ha considerado como muy pobre en su habilidad para fijar nitrógeno atmosférico.

Rosas y Robleto (1990) citado por **Torrez, (s.f., p. 1)** consideran que el aumento de la capacidad de fijación de nitrógeno en frijol común representa una solución a la limitante del incremento de la producción, debido a que la mayoría de los suelos dedicados a este cultivo presentan deficiencia en nitrógeno y su contribución es mínima. La inoculación con cepas efectivas de *Rhizobium* vendría a aportar beneficios directos e indirectos en la producción.

Graham (1990) citado por **Acuña, et al (2001)** plantea en su revisión de problemas en la Nodulación y fijación de nitrógeno en frijol, consigna lo siguiente: a) existe una amplia variación entre genotipos en fijación simbiótica de N (de tres a 125kg/ha), donde los cultivares de hábito indeterminado trepador son más eficientes; b) hay un progreso en el desarrollo de variedades con alta capacidad en fijación biológica del nitrógeno, a través del mejoramiento genético utilizando métodos de selección recurrente; c) se han identificado cepas de *Rhizobium* como CIAT 640, RCR 3644, TAI 182 y C-5, altamente efectivas a través de un rango variable de condiciones de suelo y clima; d) los factores ambientales, como acidez (menor de 4,5), toxicidad de aluminio y manganeso y disponibilidad de fósforo en el suelo, temperatura ambiente y competencia con cepas nativas, afectan significativamente la capacidad de Nodulación y fijación biológica del nitrógeno por el frijol **(p. 26)**.

Fertilizantes minerales: Un fertilizante es un tipo de sustancia o denominados nutrientes, en formas químicas saludables y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo. Las plantas no necesitan compuestos complejos, del tipo de las vitaminas o los aminoácidos, esenciales en la nutrición humana, pues sintetizan todo lo que precisan. Sólo exigen una docena de elementos químicos, que deben presentarse en una forma que la planta pueda absorber. Dentro de esta limitación, el nitrógeno, por ejemplo, puede administrarse con igual eficiencia en forma de urea, nitratos, compuestos de amonio o amoníaco puro **(Wikipedia, s.f., p. 1)**.

También se puede decir que un fertilizante mineral es un producto de origen inorgánico, que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad máxima en agua, para que, de este modo pueda

disolverse en el agua de riego, ya que los nutrientes entran en forma pasiva y activa en la planta, a través del flujo del agua (**Wikipedia, s.f., p. 1**).

Es el fertilizante nitrogenado sólido más concentrado, y se presenta en forma pilada de color blanco, con gránulos muy duros y sin poros para evitar la acción de la humedad. El nitrógeno ureico que contiene debe sufrir el proceso de nitrificación para ser asimilable por el cultivo y, este proceso, depende enormemente del suelo y las condiciones ambientales. En función de estos factores puede utilizarse tanto en sembrera como en cobertera, pero fundamentalmente se utiliza en cobertera, para cualquier tipo de cultivos, usándose, preferentemente, en zonas más cálidas que aseguran un proceso más rápido de transformación. Si se emplea en sembrera, la aplicación deberá llevarse a cabo con la antelación necesaria para que el nitrógeno esté disponible en el momento en que el cultivo lo requiera (**Wikipedia, s.f., p. 1**).

Además de su utilización directa como fertilizante nitrogenado simple, se emplea muy frecuentemente como materia prima para la elaboración de abonos de mezcla o blendings junto al DAP y cloruro de potasa (**Fertiberia, S.A., 2014, p. 6**).

Fertilización nitrogenada del frijol.

Descripción de la tecnología: La tecnología consiste en aplicar el fertilizante nitrogenado en conjunto con fósforo y potasio al fondo del surco al momento de la siembra y ser tapado para que no se volatilice y entre en contacto con la semilla. Puede ser aplicado manual, con tracción animal o maquinaria (**Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2001**).

Según **INTA (2001)** esta tecnología se adapta a todas las condiciones de suelos donde se siembra frijol.

De acuerdo con **INTA (2001)** la fertilización nitrogenada posee las siguientes ventajas:

- Se obtienen hasta 1103 kg/ha-1 de rendimientos en el cultivo de frijol usando 30 kg Nha-1.
- Usando 30 Kg. Nha-1 se obtienen por cada Córdoba invertido C\$ 23.00, pero si un productor que no usa fertilizante nitrogenado decide utilizar 15kg Nha-1 obtiene C\$18.89 córdobas por cada córdoba invertido.
- Hay tendencia de respuesta del cultivo de frijol a las aplicaciones de nitrógeno de 30 y 15 kg/ha-1, por que el cultivo presenta baja nodulación.
- Puede ser aplicado de forma manual, máquina o tracción animal.

De igual forma señala la Guía del **INTA (2001)** señala las restricciones de este proceso de fertilización nitrogenada:

- Es un insumo externo por lo que se requiere de recursos económicos para adquirirlos.

- En dosis altas y suelos con nivel freático no muy profundo puede contaminar las fuentes de agua.

Costo de la tecnología

Rendimiento de campo (kg/ha-1)	0 kgNha-1	15 kgNha-1	30 kgNha-1
Rendimiento ajustado (10%) (kg/ha-1)	739	941	993
Beneficio Bruto (C\$)	5694.00	7245.00	7644.00
Costos que varían:			
Nitrógeno	0	72.00	143.00
Mano de obra	0	6.00	12.00
Total costos que varían	0	78.00	155.00
Beneficio neto (C\$)	5694.00	7167.00	7489.00

Fuente: INTA, 2001. Fertilización nitrogenada en el cultivo del frijol.

El uso de fertilizante nitrogenado, representa mayores beneficios netos que no usar. Presentando tasas de retorno marginal de 23%, con el uso de 30 Kg/Nha-1, considerándose rentable, este cultivo es manejado por pequeños productores, por lo que la mano de obra es familiar y el producto no representa altos costos (INTA, 2001).

Exigencias minerales del frijol

Las exigencias minerales del cultivo de frijol para producir 1500kg/ha son las siguientes:

Cuadro 2. Exigencias de minerales del cultivo de frijol.

Cultivo	Rendimiento(Kg/ha)	N(kg/ha)	P2O5(kg/ha)	K2O(kg/ha)
Frijol	1500	80	30	60

Fuente: INTA, 2014. Boletín El Frijolero.

Formas de fertilización del frijol.

Rendimiento esperado (qq/mz)	Disponibilidad en el suelo		Recomendación	Observaciones
	Ppm (P*)	Meq/100g (K*)		
Menos de 12	10-15	0.2-0.3	Incorporación de abonos orgánicos	En suelos con color negro y materia orgánica mayor del 5% no aplicar urea.
De 12 a 25	10-15	0.2-0.3	0.5 de urea + 1 de 12-30-10	
Más de 25	10-15	0.2-0.3	1 de urea + 1 de 12-30-10	

Fuente: INTA, 2014.

3.3. Rendimiento productivo de frijol

Según la **Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua (UPANIC)** y la **Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos, UNAG (2011, p. 2)**, actualmente estiman que el rendimiento promedio de una manzana de frijol oscila entre los 8 y 12 quintales de grano, no obstante, el uso del inoculante puede llegar a incrementar los rendimientos productivos en más de un 35 por ciento y a un bajo costo, dado que la dosis de inoculante se oferta a solamente 6 dólares.

Organizaciones vinculadas a la producción de granos básicos opinan que con el uso de un inoculante producido en el país, se eleva hasta en treinta por ciento el rendimiento en el cultivo del frijol (**UPANIC & UNAG, 2011, p. 5**).

Unos 2,700 productores que continúan usando el inoculante han elevado hasta en seis quintales por manzana el rendimiento de sus parcelas. Han pasado de diez hasta quince quintales por manzana, asegura Julio Palma, coordinador del programa (**UPANIC & UNAG, 2011, p. 5**).

La dosis que se aplica en cada manzana de este cultivo cuesta unos seis dólares (unos 150 córdobas). Eso, junto con la ampliación de las plantas de producción del inoculante en UPANIC, la red de comercialización, los puntos de acceso de la tecnología y las estrategias de promoción, permitirán que se masifique el uso del inoculante, dice Jesús Pérez, responsable del proyecto en la Red de Innovación Agrícola (Red Sicta) (**Baca, 2013, p. 2**).

Se consideran vainas por planta a la cantidad de vainas que produce una planta Parsons (1981) citado por **Hernández y Barquero, (2003, p. 32)**. Así mismo, el número de vainas por planta es un carácter de tipo discontinuo, ya que sus valores pueden ser expresados en números enteros (**White, 1985, p. 32**).

El estudio de Validación participativa del inoculante nitronat en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L), realizado en el municipio de la Trinidad, Estelí, demuestra que en el análisis de varianza no mostró diferencias significativas. Las medias obtenidas del análisis muestran que el tratamiento con mayor número de vainas promedio por plantas fue el que se aplicó NITRONAT equivalente a 15.4 vainas en relación al testigo con 12.81 vainas, con una diferencia de 2,59 vainas. De los datos obtenidos se muestra una diferencia numérica de 0.28 granos por vainas en el tratamiento con NITRONAT, superando este al tratamiento testigo, lo cual puede incidir en el rendimiento, ya que a mayor granos por vainas, más rendimiento (**Brenes, & Torrez, 2011, p. 13**).

Número de quintales comerciales (Rendimiento)

Thung (1991) y Martínez (1994) citado por **Hernández y Barquero, (2003, p. 38)** describen que el rendimiento obtenido es el resultado de la combinación del genotipo, el medio ambiente y el manejo adecuado y efectivo que se le da al cultivo para que éste desarrolle su potencial genético de producción.

Los principales componentes que determinan el rendimiento son las vainas por planta, granos por vaina, peso del grano y la cantidad de plantas cosechadas (Tapia, 1987). En base a lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que los componentes del rendimiento no pueden considerarse independientes unos de los otros, sino que existe una relación entre ellos, que es lo que determina dicha variable.

Según NITLAPAN (2007) citado por **Segura, (2009, p. 29)** el rendimiento en la producción de frijol indica un decrecimiento de la productividad de los suelos a través del tiempo, la condición de los suelos de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), no promueve altos niveles de productividad, son suelos ácidos, con bajo contenido nutricional que se van debilitando con el tiempo. Esta realidad edáfica obligó a los antepasados indígenas a establecer la agricultura migratoria, sobre todo en los municipios de Waspan, Puerto Cabezas, Prinzapolka y parte de Rosita.

Según los productores, la agricultura migratoria permite que el productor cultive tres o cuatro años en una parcela, posteriormente es abandonada y puesta en descanso, trasladándose a otro sector, para establecer nuevos cultivos y aprovechar los nutrientes, dado que la mayoría de los productores de estos municipios, no utilizan fertilizantes (**Segura, 2009, pp. 29-30**).

Los municipios de Waspan, Siuna y Puerto Cabezas, presentan los mayores índices de producción de frijol y las mayores áreas de siembra. Según los productores, en el ciclo agrícola 2008-2009, Siuna tuvo los mejores rendimientos, 10 quintales por Mz, seguido de Waspan 9 quintales y 8 quintales para Rosita y Bonanza, en último lugar están los municipios de Puerto Cabezas y Prinzapolka con 6 quintales por manzana (**Segura, 2009, p. 30**).

Los resultados de los experimentos de fertilización, especialmente lo que respecta al nitrógeno, son erráticos y un tanto contradictorios. Esto se atribuye a diferencias climáticas y variedades frijol (**Ramírez, 1983, p. 2**).

En ambos casos se encontraron efectos tales como, edáficas, manejo experimental y condiciones fitosanitarias. De esto se explica la diversidad de recomendaciones de fertilización, que para Costa Rica han sido de 12 a 100 kg N/ha y de 19 a 150 kg P205/ha, para el resto de Centroamérica las correspondientes cifras han sido 12 a 45kg N/ha y de 20 a 90 kg P205/ha (**Ramírez, 1983, p. 2**).

Ensayos de fertilización en frijol han demostrado que 30 libras de nitrógeno, 90 de potasio y 30 de fósforo por manzana, son necesarios para obtener buenos rendimientos. Estas cantidades se pueden lograr haciendo una adición al momento de la siembra de tres quintales por manzana de la fórmula completa (NPK) 10-30-10

o dos quintales de 18-46-0 o 17-44-3 y una aplicación de un quintal de urea (46%N) al momento de la floración (**Ramírez, 1983, p. 2**).

3.4. Rentabilidad del cultivo de frijol con fertilización mineral e inoculante.

Según la **Organización Internacional del Trabajo (OIT)** citado por **Barrionuevo, et al. (s.f.)** la productividad es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para conseguirla. También que la productividad es la aptitud que poseen los medios de producción para transformar las entradas en salidas.

La productividad puede estar referida a entes macroeconómicos o a entes microeconómicos y estos no sólo a las actividades fabriles o comerciales sino también a aquellas que producen bienes no tangibles y servicios; aunque éstos no se comercialicen, sino que sean de consumo interno. Cada una de estas actividades será un proceso productivo que cuenta con una estructura de producción: consume insumos y obtiene productos (**Barrionuevo, et al., p. 2**).

Costos de producción

Los costos de producción, es la valoración monetaria de los gastos incurridos y aplicados en la obtención de un bien. Incluye el costo de los materiales, mano de obra y los gastos indirectos de fabricación cargados a los trabajos en su proceso. Se define como el valor de los insumos que requieren las unidades económicas para realizar su producción de bienes y servicios; se consideran aquí los pagos a los factores de la producción: al capital, constituido por los pagos al empresario (intereses, utilidades, etc.), al trabajo, pagos de sueldos, salarios y prestaciones a obreros y empleados así como también los bienes y servicios consumidos en el proceso productivo (materias primas, combustibles, energía eléctrica, servicios, etc.) (**Oswaldo, s.f., p. 2**).

Martínez, Pupiro y Somarriba, (s.f., p. 3) citando a Red SICTA, et al. (s.f.) señala que es importante indicar que en estudios realizados en algunas zonas productoras de semilla de frijol en Nicaragua, se pudo demostrar que el cultivo no requería las aplicaciones de fósforo, con lo que se podía ahorrar hasta US\$60.00/ha (sesenta dólares por hectárea), al mismo tiempo se indica que la fertilización aplicada focalmente a este cultivo resultó ser más efectiva que las aplicaciones al voleo en zonas frijoleras de Guatemala. Sin embargo, en otras investigaciones la aplicación de triple súper fosfato resultó mejor que las aplicaciones de *Rhizobium* en diferentes niveles.

Red SICTA, et al, citado por **Martínez, Pupiro y Somarriba, (s.f., p. 3)** relacionado a la utilización de fertilizantes nitrogenado en este cultivo, se debe destacar que la aplicación de 2 quintales de urea/ha (128 kg urea/ha aproximadamente) logró aumentar las ganancias netas a US\$196.00 (ciento noventa y seis dólares por manzana) unos US\$274.00 (doscientos setenta y cuatro dólares por ha, demostrando que el conocimiento generalizado del no uso de fertilizante nitrogenado

es erróneo. El uso de *Rhizobium* puede garantizar una cantidad similar a la aplicación de 4 quintales de Urea en el cultivo de frijol.

Acuña (1996) citado por **Martínez, Pupiroy Somarriba, (s.f., p. 3)** señalan que el uso de *Rhizobium* para mejorar la asimilación de Nitrógeno en el cultivo de frijol, debe considerar que los niveles de este nutriente deben estar en puntos adecuados. Simultáneamente, se debe suponer que las aplicaciones de fungicidas puede afectar la acción de las bacterias inoculadas, por lo que se debe considerar en los planes de manejo plagas y enfermedades. Por otra parte, es importante señalar que otra alternativa para mejorar los suelos para producción agrícola, es el uso de compost enriquecido con microorganismos (inoculantes biológicos), que aportan a la mejora de la estructura del suelo permitiendo mayor circulación de aire y agua.

IV. HIPÓTESIS

H1. Existen diferencias significativas entre el inoculante y la urea sobre el comportamiento productivo de *Phaseolus vulgaris* L.

H0. No existen diferencias significativas entre el inoculante y la urea sobre el comportamiento productivo de *Phaseolus vulgaris* L.

V. DISEÑO METODOLÓGICO

Ubicación

El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad de Tipispan, en la Finca de Investigación e Innovación Tecnológica (FIIT) del señor Juan Daniel Martínez Chavarría y la señora Justina Nicolasa López Martínez del municipio de Rosita, ubicada sobre la vía Rosita – Bonanza, de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN). Las coordenadas en UTM de la FIIT son: 776595, 1541938.

Tipo de estudio

El tipo de estudio es cuantitativo de carácter experimental, se aplicó el Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA) con dos tratamientos (Urea e Inoculante) más el testigo con tres repeticiones.

La parcela fue de 20x25m (500m²) con un efecto de borde externo de 2.5 metro. Un área efectiva de 15mx20m (300m²) con 4 bloques. Ubicando en cada bloque 3 sub-parcelas muestrales de 3 x 6 m (18m²).La distancia de siembra fue de 40*40 centímetros.

Universo

El universo de estudio son todas las plantas totales en el experimento, las cuales son 1344. Por bloque 336 plantas y en cada sub parcela son 112 plantas.

Marco Muestral

Son las plantas de frijol a muestrear en cada sub parcela por repetición y tratamiento.

Muestra

La muestra a seleccionar es el 16% del total de plantas correspondiente a 216 plantas. Por bloques: 54 plantas, 72 plantas por tratamientos y 18 plantas por sub parcelas.

Unidad de análisis

La unidad de análisis es cada planta de frijol establecida por tratamiento y repetición, en la que se analizó el desarrollo, crecimiento y rendimiento productivo.

Unidad de observación

La unidad de observación son las plantas de frijol establecidas en cada una de las sub parcelas, por tratamiento y repetición. Se observó el crecimiento, desarrollo y el período de floración y fructificación, es decir se observó todo el proceso fenológico de las plantas en el experimento.

Variables

Las variables a medir en el estudio son:

Crecimiento:

a) Altura de la planta

La altura de la planta se midió con cinta métrica desde la superficie del suelo hasta donde empieza el bejuco, haciéndose dos mediciones una al inicio de la aparición de bejuco y la segunda durante la maduración del cultivo, la que se realizó antes del arranque o levantamiento de la cosecha.

b) Número de ramas por planta

El número de ramificación se contó a medida que fueron apareciendo las ramas y se comprobó este dato al momento de la arranca del cultivo.

c) Número de hojas por planta

El número de hojas se contó a medida que las plantas crecieron y se realizó un conteo final al momento del arranque.

d) Longitud de la guía

Se realizó marcando el inicio de la guía, a cada unidad muestreada, durante su aparición, posteriormente se midió con cinta métrica al momento de la arranca del cultivo.

Etapa reproductiva:

a) Cantidad de flores por planta. Se realizó un conteo de las flores por plantas en cada unidad muestreada.

b) Número de vaina por planta. Se contaron todas las vainas de cada unidad muestreada al momento de la arranca del cultivo.

c) Número de grano por vaina. Se contaron los granos de las vainas de las plantas muestreadas.

d) Peso de mil granos: se pesaron mil granos por cada tratamiento con % de humedad del 12 %.

Rentabilidad:

a) Costos de producción

Se cuantificaron los costos fijos y variables incurridos el proceso de producción de fríjol. Se aplicó la fórmula $CT = CF + CV$, donde CT = Costos Totales, CF= Costos Fijos y CV = Costos Variables.

b) Rendimiento en quintal/manzana

Los rendimientos se tomaron de acuerdo a los resultados obtenidos de las sub parcelas, luego estos resultados fueron convertidos a hectárea.

c) Ingresos brutos

Los ingresos brutos se determinaron mediante la fórmula $IB = Px * P$. Donde IB = Ingreso Bruto, Px = Precio y P = Producción.

d) Ingresos netos

Se determinaron los ingresos reales del proceso productivo, tomando en cuenta los ingresos brutos y los costos totales. La fórmula a aplicar $IN = IB - CT$. Donde IN = Ingresos Netos, IB = Ingresos Brutos y CT = Costos Totales.

e) Rentabilidad

La rentabilidad se determinó mediante su fórmula $R = (UN/CT) * 100$. Donde R = Rentabilidad, UN = Utilidad Neta y CT = Costos Totales.

Criterios de selección y exclusión

Los criterios que se tomaron en cuenta son:

- Sólo el frijol chile claro, por ser una variedad criolla muy utilizada por los productores de Rosita.
- Parcelas con fertilización nitrogenada e inoculante.
- La Finca La Bonita porque es una FIIT que trabaja en coordinación con el INTA.

Los criterios de exclusión son:

- Un rubro que no fuera seleccionado por INTA.
- Una finca que no tuviera la categoría de FIIT y que no trabajará en coordinación con el INTA.
- Fertilización que no fueran priorizados por el INTA y el productor.

Fuentes y obtención de datos

La fuente primaria es la unidad experimental de fríjol ubicada en la FIIT La Bonita. Las plantas de cada subparcelas, por tratamiento y por bloque; es decir todos los datos obtenidos en el experimento.

Las fuentes secundarias de obtención de información son monografías realizadas en el rubro de fríjol, libros y enciclopedias que aborden el tema en estudio, guías tecnológicas de fríjol y páginas webs en internet.

Técnicas e instrumentos

Las técnicas a utilizar en la recolección de datos son: la observación en la unidad experimental de fríjol y la medición de las plantas de fríjol.

Los instrumentos a utilizar son guía de observación y cuadros de registros por variables.

Trabajo de campo

El trabajo de campo se desarrolló en dos fases:

Primera fase:

En la primera fase se llevó a cabo la selección del terreno, haciendo la medición del mismo.

La selección del terreno se realizó de acuerdo con el diseño a utilizar con una pendiente menor al 12%, suelo con características físicas adecuadas (porosidad, textura, buen drenaje). Ya que estos suelos son los más utilizados para la siembra de frijol en esta zona y época, además los peligros son mínimos por inundación ya que en este periodo los ríos han bajado su caudal.

La preparación del terreno, se hizo una vez seleccionada el área, el cual consistió en la limpieza o chapia para eliminar la maleza, destroncado y desbasurado del mismo.

Además, se realizó en esta fase el establecimiento del diseño experimental de Bloque Complemente al Azar (BCA), realizando la medición de bloque, sub parcela y áreas de defensa externa e interna.

Segunda fase:

Esta fase consistió en realizar las siguientes actividades culturales:

La siembra y la preparación de la semilla sobre todo la que se utilizaron con inoculante. La distancia de siembra fue de 40cm entre planta y planta y 40cm entre surco, ubicando un total de 7 surcos y 16 plantas por surco en cada una de las subparcelas. Al momento de la siembra se aplicará la urea en cada golpe.

La recolección de datos se inició a los ocho días después de la siembra. Lo cual se realizó por cada sub parcelas, tomando como muestra 18 plantas ubicadas en la parte central, las que se marcaron para su medición sistemática y así evitar alterar los datos por variables. Esto se realizó en horas de la mañana de 5 – 8:00 AM.

También la realización del control de malezas, plagas y enfermedades de acuerdo al periodo requerido.

Una vez lograda la etapa de maduración total de las vainas se realizó el arranque de forma ordenada por bloque y por tratamiento. Después se dejó un tiempo para lograr el secado y el aporreo. Finalmente se realizó el pesaje de los 1000 granos por tratamiento.

Procesamiento de datos

Para la redacción, ordenamiento y digitalización del documento se utilizó el programa de Microsoft Word.

Análisis de datos

El análisis de datos se realizó a través del programa estadístico SPSS v.21. Con los datos incorporados en la base de datos se realizaron las pruebas de normalidad de datos para una muestra según Kolmogorov-Smirnov. Para tratamientos, los datos son normales ($0.648 > 0.05$).

Aspectos éticos

Se reflejaron los datos obtenidos en cada una de las unidades muestreadas por tratamiento y bloque, no se alteró ningún dato, la hora y el día de toma de datos fue la misma y se midieron las mismas plantas señaladas para evitar errores experimentales.

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Fuentes	Técnicas
Efecto de la fertilización de urea e inoculante en el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol criollo chile claro.	Es la técnica que se utiliza para que las plantaciones de frijol logren un incremento productivo al realizar aplicaciones correctas, logrando mayor rendimiento y mejores beneficios económicos.	Etapas de crecimiento de la plantación	<p>Altura promedio en centímetros</p> <p>Cantidad promedio de ramas por planta</p> <p>Cantidad promedio de hojas por planta</p> <p>Longitud promedio en centímetros de la guía.</p>	Parcela experimental	Observación
Rendimientos productivos de frijol de la variedad criolla chile claro, mediante la aplicación de urea e inoculante.	Es el rendimiento obtenido del frijol en libras o kilogramos, para proyectar los resultados productivos.	Etapas de desarrollo de la plantación	<p>Número de flores por planta</p> <p>Cantidad de vainas por planta.</p> <p>Cantidad de grano por vaina</p> <p>Peso de 1000 granos</p>	Parcela experimental	Observación directa
Rentabilidad del cultivo de acuerdo a la aplicación de urea e inoculante	Son los ingresos reales obtenidos en la producción de frijol una vez deducidos los costos de producción que se incurrieron.	Etapas de producción	<p>Costos fijos</p> <p>Costos variables</p>	Registros técnicos económicos	Observación

DELIMITACIÓN Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio abordó solamente el crecimiento, desarrollo y rendimientos productivos obtenidos con la variedad criolla de frijol de chile claro con la aplicación de dos fertilizantes: urea e inoculante en comparación con el natural (Testigo) específicamente en la FIIT La Bonita de la comunidad Tipispan del municipio de Rosita de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN).

Se abordaron solamente variables de crecimiento y desarrollo del cultivo, los rendimientos productivos obtenidos por hectárea, costos, ingresos y rentabilidad obtenida.

En el mismo no se abordaron las plagas y enfermedades que afecten al cultivo ni la comparación con otras variedades de frijoles tanto criollas y mejoradas.

Así mismo las limitaciones que no se podrán controlar en el estudio fueron la presencia de altas precipitaciones y luminosidad que afecten el cultivo.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Generalidades.

La presente investigación sobre **Comportamiento productivo del *Phaseolus vulgaris* L. con dos tipos de fertilización**, se llevó a cabo en el municipio de Rosita, comunidad Tipispan en la Finca de Investigación e Innovación Tecnológica (FIIT) del señor Juan Daniel Martínez Chavarría y la señora Justina Nicolasa López Martínez del municipio de Rosita, ubicada sobre la vía Rosita – Bonanza, de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN). Las coordenadas en UTM de la FIIT son: 776595, 1541938.

Nuestro estudio es de tipo cuantitativo y de carácter experimental en el que se estableció un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en una parcela de 20*25 metros, con subparcelas muestrales de 3*6 metros, en tres bloques y cuatro repeticiones.

El experimento se inicio con la prueba de germinación de semillas, que consistió en la prueba de 100 granos los que se pusieron a germinar en papel humedecido, la germinación fue de 2 a 4 días con un porcentaje de 84%.

La limpieza del terreno se realizó de forma manual en un terreno con pendientes de 10%.

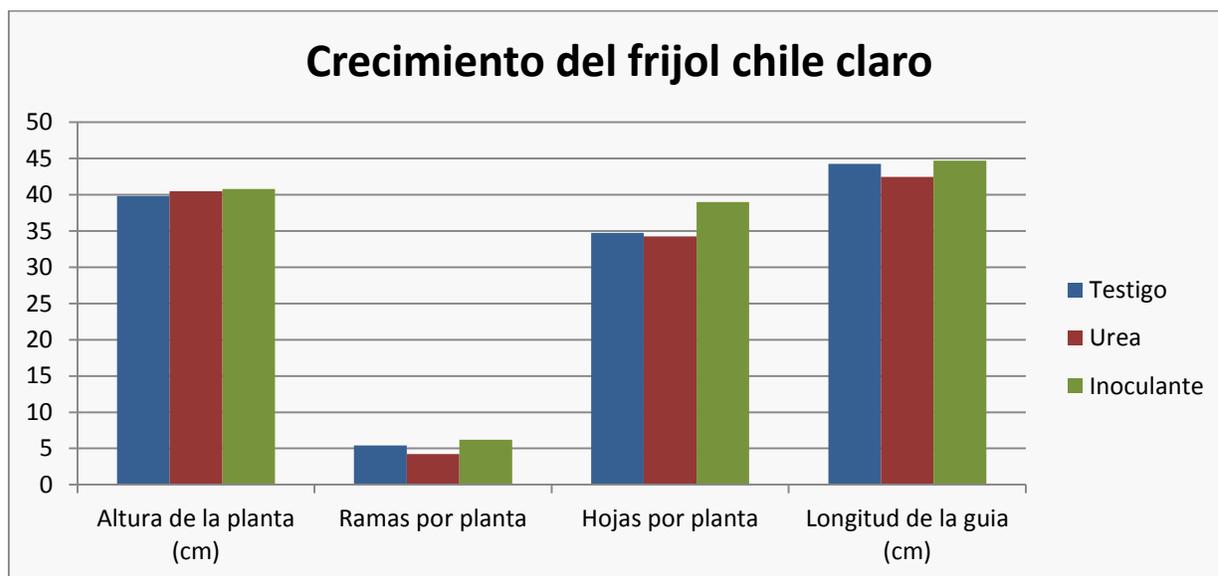
Previo a la siembra se realizó la aplicación del inoculante, la cual consistió en poner en remojo por 24 horas 4 libras de frijol en 20 gramos de inoculante, posteriormente se realizó la siembra. La urea se aplicó al momento de la siembra a razón de 5 gramos por mata. La distancia de siembra fue de 40*50 centímetros y tres granos por mata para ambos tratamientos. La siembra se realizó el 09 de enero del 2015.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación de acuerdo a los objetivos específicos planteados:

6.2. Efecto de la fertilización de urea e inoculante en el crecimiento y desarrollo del frijol chile claro.

En este momento se describe el efecto de la fertilización con urea e inoculante en cuatro variables medidas en el cultivo de frijol como: altura por planta (en centímetros), ramas por plantas, hojas por plantas y longitud de la guías (en centímetros).

Gráfico 1. Efecto de la fertilización de urea e inoculante en el crecimiento y desarrollo del frijol chile claro.



Altura de la planta (cm).

En relación a la variable altura de la planta no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($0.617 > 0.05$) como se puede observar en el gráfico 1. Se presentan las medias entre los tratamientos aplicados, obteniéndose la mayor altura con la aplicación de inoculante con una media de 40.785 cm, seguido por un 40.505 cm con la aplicación de urea y el testigo obtuvo una altura media de 39.828 cm.

Estos resultados concuerdan por lo planteado por Núñez (2011) en su estudio efecto de dos cepas de *Rhizobium* sp y microorganismos efectivos en el rendimiento de grano seco de frijol (*Phaseolus vulgaris*) cultivar canario; en cuya variable de estudio correspondiente a la altura de la planta (cm) no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, pero los mejores resultados se obtuvieron para el *Rhizobium* cepa E-14 (inoculante) con 41.48 cm de altura promedio por planta; mientras que la aplicación del fertilizante nitrogenado (urea) obtuvo 41.45 cm.

Los datos estadísticos encontrados en este estudio en relación a la altura de las plantas reflejan que no hay diferencias significativas, ya que los fertilizantes aplicados (inoculante y urea) en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. ambos aportan nitrógeno de forma efectiva en el crecimiento, así se evidencia en la altura promedio de la planta obtenida, esto es congruente con los aportes de Unigarro & Burbano et. al, (1986) al decir que el aporte de nitrógeno como producto de la simbiosis ayuda a un mejor desarrollo longitudinal de la parte aérea de la planta.

Número de ramas por planta.

En la variable número de ramas por planta se encontró diferencias estadísticas significativas puesto que el valor encontrado $0.026 < 0.05$, lo cual nos indica que uno de los tratamientos aplicados obtuvo mayores efectos en relación a la producción de ramas por planta, siendo el inoculante con la mayor cantidad (6.195), seguido por el testigo (5.403) y en menor proporción la urea con un 4.223. Para esta variable en estudios anteriores no se encontró referencia alguna de que hubieran medido el número de ramas por planta en cultivares de frijol.

Hojas por planta.

Estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos aplicados para esta variable ($0.605 > 0.05$), obteniendo el inoculante las mayores media con 39.00 hojas/planta, el testigo con 34.750 hojas/planta y con la aplicación de urea con 34.275 hojas/planta.

En este caso el resultado de la variable hojas por planta demuestra que no hay diferencias significativas debido a que ambos fertilizantes urea e inoculante aportan nitrógeno a la planta, el cual es eficaz en el desarrollo de hojas por plantas, el desarrollo fisiológico se evidencia en la parte área de las plantas de *Phaseolus vulgaris* L. Por tanto estos resultados no son congruentes con los aportes de Unigarro & Burbano quienes encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados siendo las plantas con semillas inoculadas con mayor hojas por plantas (32.95) en contraste a las hojas por plantas de las semillas no inoculadas (27.14).

Longitud de la guía (cm).

Con respecto a la longitud de la guía no se encontró diferencias estadísticas puesto que $0.728 > 0.05$, pero el inoculante alcanzó la mayor media con 44.70 cm, le continúa la urea con 44.475 cm y la menor longitud de guía se obtuvo con el testigo 44.275 cm respectivamente.

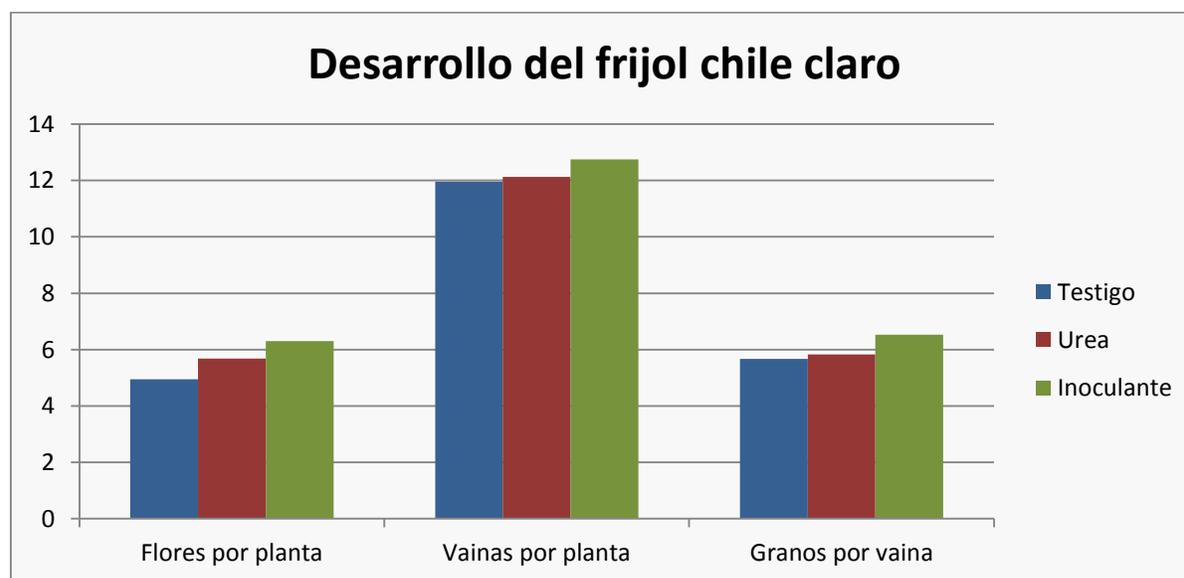
Las variables evaluadas en este estudio relacionadas al crecimiento del frijol, las plantas con las semillas inoculadas presentaron mayores resultados promedios en comparación a la fertilización con urea y testigo, ya que el efecto nitrógeno fijador del inoculante en su proceso de producción se origina un número grande de sustancias bioestimuladoras tales como auxinas, giberelinas, citoquininas, fosfolípidos, ácidos grasos, ácido indolacético y otros, así como sustancias fungistáticas que promueven el crecimiento de las plantas y muchas veces son las responsables, más que el nitrógeno, de su efecto sobre la germinación, floración y vigor de ellas, todo lo cual contribuye a la elevación en los rendimientos, así como lo plantea Hernández et al. (1998) citado por González (2000) y por tanto estas sustancias no sólo incrementan el desarrollo de las plantas, si no que aseguran el establecimiento competitivo de una especie de bacteria particular en la rizosfera.

Así mismo lo antes planteado es congruente con los argumentos de Liderman (1992) citado por Sáenz (2002) al decir que cuando se forma la micorriza vesículo – arbuscular (MVA), se dan algunos cambios en la morfología de la raíz, pero la fisiología de la raíz experimenta cambios en mayor magnitud, así como la fisiología de toda la planta. Se puede decir como ejemplo que cuando la planta llega a ser micorrizada, ocurren cambios en concentraciones de compuestos que regulan el crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas.

Se considera que el efecto del inoculante en las variables de crecimiento medidas en este estudio es debido a que las micorrizas arbusculares en las plantas ocasionan un incremento en absorción de nutrimentos minerales del suelo, que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las mismas. Esto coincide totalmente con los planteamientos de Sáenz (2002) donde la expansión del micelio externo del hongo por el suelo rizosférico es la causa principal de este efecto, porque permite la captación de nutrimentos más allá de la zona de agotamiento que se crea alrededor de las raíces, por la propia absorción de la planta.

Con base en los aportes de Sáenz (2002) y resultados de algunos estudios han relacionado la infección MVA con el aumento en la fijación de nitrógeno por Rhizobium, así que las plantas de Phaseolus vulgaris L que fueron micorrizadas (con inoculante) generaron mayores datos estadísticos promedios en relación a las que no. Se puede resaltar que al comparar las plantas micorrizadas con las no micorrizadas en presencia de Rhizobium, se encontró un incremento de crecimiento, nodulación, tasas de fijación de nitrógeno, leghemoglobina, fósforo y del contenido total de proteína.

6.3. Rendimientos productivos de frijol de la variedad criolla chile claro, mediante la aplicación de urea e inoculante.



Número de flores por planta.

Para la variable número de flores por planta no existen diferencias estadísticas significativas ($0.396 > 0.05$), evidenciándose que el inoculante alcanza la mayor cantidad de flores por planta con 34.000, con la aplicación de urea fue de 33.250, mientras que el testigo con el 30.750. Estos resultados son congruentes con los proporcionados por Unigarro & Burbano en el estudio sobre la influencia de la inoculación con *Rhizobium* y de la fertilización en la fijación de nitrógeno por frijol, encontraron una alta significancia estadística entre tratamientos debido a que las plantas inoculadas presentaron mayor cantidad de botones florales (50.66), mientras que las no inoculadas alcanzaron el valor de 38.71 botones florales por planta.

Número de vainas por plantas.

De acuerdo al número de vainas por plantas el valor obtenido es de $0.628 > 0.05$, lo cual nos indica que ninguno de los tratamientos aplicados difiere estadísticamente, siendo el inoculante el que alcanza la mayor media de vainas por planta (12.750), en tanto que la urea con 12.125 y termina el testigo con 11.960 vainas por plantas.

Este valor es similar a lo encontrado por Torrez (2012) en su investigación validación participativa del inoculante NITRONAT en el cultivo del frijol, en el cual la aplicación del inoculante alcanzó mayor cantidad de vainas por planta (15.4) en relación al testigo. De igual manera Díaz & Torres, et. al, en su estudio efecto de fertilización mineral y biológica sobre tres genotipos de frijol común en un suelo ferralítico rojo típico, encontraron de que aquellas plantas tratadas con el inoculante en base a *Rhizobium* logran mayor cantidad de vainas por planta (15.55) con respecto a las 14.10 vainas por plantas obtenidas en aquellas plantas fertilizadas con urea.

El número de vainas que se obtuvo en promedio por parcela es de 221, para un total de 2,652 vainas en todas las 12 parcelas en un área efectiva de 300m², además de 861 vainas para el tratamiento testigo, 873 vainas para las plantas en las que se aplicó urea y un total de 918 vainas con el tratamiento de inoculante.

Al respecto se puede mencionar a Valle (2000) quien encontró en su estudio de validación tecnológica una mezcla de cepas de *Rhizobium* en el frijol común que el número de vainas es determinante en el rendimiento y esto lo podemos relacionar con el peso de 1000 granos de frijol obtenidos en el presente estudio, en el cual los resultados indican que la aplicación del inoculante favorece un mayor peso del grano obteniendo 4,507.84 gramos en comparación a los 4,264.27 gramos alcanzados por la urea (Ver anexos 7).

Número de granos por vaina

Conforme al número de granos por vaina los análisis estadísticos indican que no existen diferencias significativas ($0.193 > 0.05$), logrando el inoculante la mayor media con 6.075 granos por vaina, la urea con 6.025 y el testigo con 5.675 granos por vaina respectivamente. Con respecto a granos por vaina se obtuvo un total aproximado de

15,750 granos en todas las vainas de las plantas distribuidas en las 12 parcelas dentro de los 300m² efectivos de la muestra, divididos en 4,899 granos para el testigo, 5, 299 granos para las plantas con aplicación de urea y 5,550 para el inoculante.

Estos resultados se relacionan con lo encontrado por Urbina & Cáceres (2004) en el efecto de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) y la acción del inoculante, sobre el comportamiento de la maleza, el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y el uso equivalente de la tierra, cuyo análisis estadístico para el factor inoculante no presentó diferencias significativas, resultando que el tratamiento sin inoculante obtuvo un mayor número de granos por vaina (5.55) en comparación al tratamiento con inoculante (5.22).

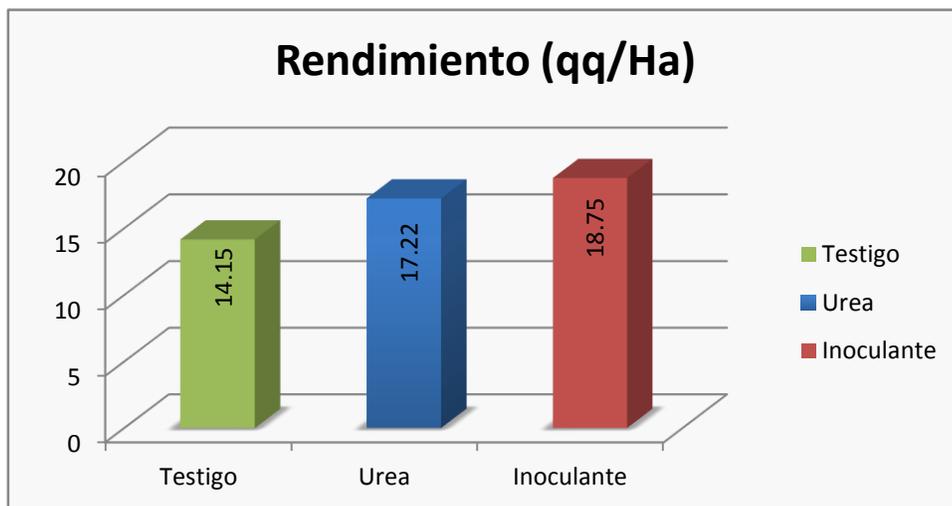
Similares resultados son los encontrados por Díaz & Torres en el efecto de fertilización mineral y biológica sobre tres genotipos de frijol común en un suelo ferralítico rojo, ya que el mayor número de granos por vainas lo presentó la aplicación de inoculante (5.50) en comparación a los 5.50 granos por vainas obtenidos en aquellas plantas tratadas con la aplicación de urea, esto se relaciona con los resultados de este estudio porque el mayor promedio de granos por vaina lo obtuvieron las plantas con semillas que fueron inoculadas con 5550, con urea fue de 5299 granos y 4,899 granos para el testigo.

Como se pudo apreciar en las variables de desarrollo el inoculante logra mayores resultados, esto se debe a que este tipo de inoculante a como lo indican en Cuba, González et al. (1986) mencionan la presencia de auxinas, giberelinas y citoquininas las cuales son fundamentales para la fisiología adecuada de las plantas, en tanto que Dibut et al. (1992) Detectaron aminoácidos y citoquininas al aislar cepas de *A. chroococcum*, Martínez y Dibut (1996a y b) mencionan la presencia de ácido indolacético y giberélico y además citoquinina y Dibut (1988) citados por González (2000) señalan que las cepas cubanas seleccionadas sintetizan una variedad de sustancias biológicamente activas que estimulan el desarrollo y el rendimiento de los cultivos en un porcentaje superior al que se obtuvo en Rusia.

Con respecto a lo encontrado por los autores antes mencionados estos relacionan con los resultados obtenidos, donde la aplicación del inoculante logró una mayor producción y síntesis de las sustancias biológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos) que estimulan el desarrollo y rendimientos en los cultivos en comparación a aquellos cultivos a los cuales no se aplicó tal inoculante.

Al respecto se puede mencionar a Estrada y Peralta quienes refieren que el número de granos por vaina siempre se asocia con el rendimiento, es un componente de rendimiento que es menos influenciado por factores externos como el número de vainas por planta, esto lo podemos corroborar en esta investigación, en la cual los mayores rendimientos los obtienen aquellas plantas tratadas con inoculante (18.75 qq/ha) en contraste a los 17.22 qq que se obtuvieron con la aplicación de urea.

Gráfico 3. Rendimientos productivos de frijol chile claro en quintales/hectárea.



De acuerdo a los análisis estadísticos realizados, indican que los tratamientos aplicados no difieren estadísticamente entre sí en base a rendimientos productivos de frijol chile claro, ya que el valor obtenido es $0.091 > 0.05$, aceptándose la hipótesis nula (H_0) de igualdad de tratamientos (Ver anexos 3).

El mayor rendimiento por hectárea lo obtuvo el inoculante con un valor de 18.75 qq/Ha (13.18 qq/mz), el tratamiento urea con 17.22 qq/Ha (12.10 qq/mz) y el testigo con 14.15 qq/Ha (9.94 qq/mz).

En su estudio de validación participativa del inoculante NITRONAT en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) realizado por Torrez no se encontraron diferencias significativas para los tratamientos, sin embargo, la comparación promedio de ambos tratamientos es similar con una diferencia de 0,17 quintales a favor del tratamiento A con inoculante.

De la misma manera Núñez (2011) en el efecto de dos cepas de *Rhizobium* sp y microorganismos efectivos en el rendimiento de grano seco de frijol (*Phaseolus vulgaris*) cultivar canario, en el análisis estadístico de la variable rendimiento (kg/ha) encontró diferencias significativas, resultando con mayores rendimientos el *Rhizobium* cepa E-14 (inoculante) con 2,837 kg/ha frente a 2,514 kg/ha para la aplicación de nitrógeno (urea).

Los resultados obtenidos en este estudio son corroborados por los planteamientos de González (2000) al reconocer la importancia que desempeña la bacteria inoculante en el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluso manifiesta que tales bacterias tienen la capacidad de incrementar el rendimiento de los cultivos en los cuales se inocula, claro está que los valores varían de acuerdo al tipo de bacteria y a su

afinidad con su cultivo, lo que indica especificidad del microorganismo e incluso de las cepas.

6.4. Rentabilidad del cultivo de frijol de la variedad criolla chile claro de acuerdo a la aplicación de urea e inoculante.

Gráfico 4. Costos de producción del frijol chile claro.

Costo de producción en córdobas del frijol chile claro		
Tratamientos	Por parcela	Por manzana
Testigo	1,360	10,520
Urea	1,535	12,720
Inoculante	1,550	11,770

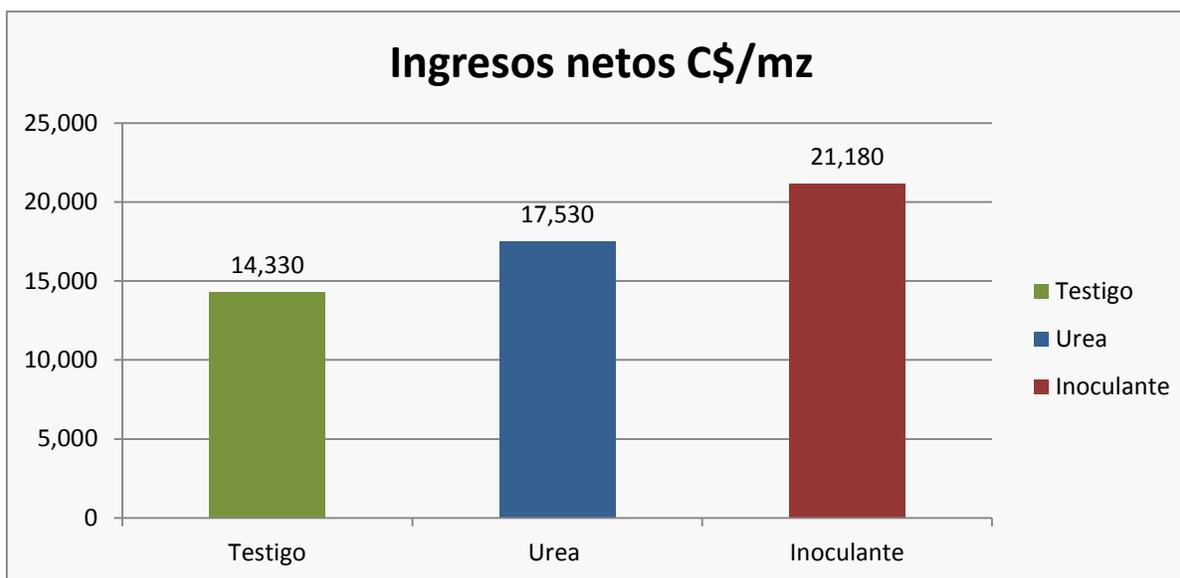
De acuerdo a los análisis indican que la utilización de la urea conlleva a un mayor costo de producción por manzana (12,720 córdobas) frente a los 11,770 córdobas que se requieren para la producción en una manzana de frijol utilizando el inoculante.

Estos resultados difiere a lo encontrado por Urbina & Cáceres (2004) en el efecto de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y la acción del inoculante, sobre el comportamiento de la maleza, el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y el uso equivalente de la tierra, quienes en el análisis económico determinaron que la aplicación de inoculante incide en mayores costos (2,428.3 C\$/Ha) sobre la no aplicación de inoculante (2,380.2 C\$/Ha).

En relación a lo encontrado por los autores antes mencionado mencionan que al utilizar inoculante sobre un cultivo nos incidirá mayores costos sobre área de producción en comparación a si utilizamos otro tipo de fertilizantes, cabe destacar que los resultados varían de una zona agroecológica a otra, debido a muchos factores que pueden incidir en dicha variable, podemos mencionar aquellos factores edafoclimáticos (precipitación, luz solar, viento, textura del suelo, contenido de nutrientes, pH, pendiente, etc.), el manejo que se le da a tal cultivo, fecha de siembra, densidad de siembra, costos de insumos, mano de obra.

Según González (2002) estos bioproductos pueden sustituir 75-80% del fertilizante nitrogenado mediante su actividad de nitrógeno atmosférico. Co lo cual podemos obtener mayores rendimientos del cultivo con menor cantidad a aplicar de inoculante por área en relación a la urea, esto se refleja en menores costos de producción.

Gráfico 5. Ingresos netos del cultivo del frijol chile claro.



En relación a los ingresos brutos en córdobas por manzana, el inoculante genera mayores ingresos (32,950 C\$/mz), mientras que la urea proporciona 30,250 córdobas por manzana, seguido por los 24,850 córdobas que genera el testigo. Estos altos ingresos brutos se deben a que en este período el quintal de frijol sufrió un alza excesiva en sus precios, cotizándose en su momento a un costo de 2,500 córdobas por quintal.

Algunos resultados como a los encontrados por Urbina & Cáceres (2011) en su análisis económico con respecto al beneficio bruto, indica que se obtienen mejores ingresos brutos utilizando inoculante (8,143.52 C\$/Ha) mientras que sin inoculante se obtienen (7,274.9 C\$/Ha).

Con respecto a ingresos netos en córdobas por manzana, los resultados muestran que con la aplicación de inoculante se consiguen mayores beneficios (21,180 C\$/mz), en tanto que la urea solo genera 17,530 córdobas por manzana y a continuación el testigo con C\$ 14,330. De igual forma Urbina & Cáceres determinaron que con la aplicación del inoculante obtiene mejores beneficios netos (5,715.21 C\$/Ha) frente a 4,894.7 C\$/Ha sin la utilización de inoculante. Esto se debe prácticamente al bajo costo del inoculante y a una menor utilización de este para establecer una manzana de frijol con respecto a la utilización de urea, agregado a esto que se generan mayores ingresos brutos con el inoculante y menores costos de producción con el mismo tratamiento.

Tabla 1. Rentabilidad del frijol chile claro de acuerdo a la aplicación de urea e inoculante.

Tratamientos	Rentabilidad (%)
Testigo	136.21
Urea	137.81
Inoculante	179.94

La aplicación del inoculante resulta en una mayor rentabilidad obteniendo 179.94%, mientras que la aplicación de urea 137.81% y 136.21% sin la aplicación de los anteriores tratamientos. Estos resultados nos indican que con respecto a los costos de producción y a los ingresos netos que tengamos por manzana de frijol cultivado y cosechado, el mayor beneficio económico se obtiene aplicando inoculante para disminuir tales costos de producción en cuanto a fertilización se refiere y así obtener mejor ganancias en relación a la urea.

Con respecto a la rentabilidad del frijol chile claro de acuerdo a la aplicación de urea e inoculante, los análisis indican que por cada córdoba invertido en un área fertilizada con inoculante sobre el frijol chile claro bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona de Tipispan, Rosita al final se obtendrá C\$ 1.79, resultando más rentable en comparación a los demás tratamientos aplicados en el estudio.

Se puede resaltar que en otras investigaciones llevadas a cabo en Costa Rica se pudo determinar que en una de las zonas el uso de inoculante resultó en mejor beneficio económico que el uso de fertilizantes químicos; sin embargo se concluye que el uso de *Rhizobium* es una práctica tecnológica rentable, así lo expresa Flores et al. (1999), en pruebas a nivel de algunos países de Centroamérica también se confirma que la aplicación de este producto biológico es beneficiosa económica y productivamente, y que el uso de la mitad del fertilizante recomendado más la inoculación, es más rentable que solo aplicar la bacteria, lo cual lo corrobora Acuña et al., (2001).

VII. CONCLUSIONES

Por lo realizado en el estudio y su respectivo análisis e interpretación estadística se concluye que:

- El inoculante favorece una mayor altura por planta (40.785 cm), ramas por planta (6.195), hojas por planta (39), longitud de guía con 44.7 cm, desarrollo de vainas por planta 12.750, granos por vaina, 6.075 granos por vaina.
- Acorde a los rendimientos productivos de frijol de la variedad chile claro, mediante la aplicación de urea e inoculante, los análisis indican que el inoculante obtiene mayor cantidad de quintales por hectárea (18.75), mientras que la urea alcanza un valor de 17.22 quintales por hectárea y el testigo con 14.15 qq/ha.
- Con base en la rentabilidad del cultivo de acuerdo a la aplicación de urea e inoculante, el análisis indica que es más rentable el uso de urea (137.81%) que el inoculante (112.10%) para la producción del frijol chile claro, en las condiciones edafoclimáticas de la zona y de manejo agronómico del cultivo de *Phaseolus vulgaris L.* de la variedad chile claro.

VIII. RECOMENDACIONES

- Con respecto al efecto de la fertilización de urea e inoculante en el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol criollo chile claro se recomienda utilizar el inoculante, el cual proporciona mayor cantidad de granos por vaina (6.075), en un dado caso que usted requiera material para la siembra del siguiente ciclo, ya que tendría más granos para tal establecimiento.
- En cuanto a los rendimientos productivos del frijol chile claro mediante la aplicación de urea e inoculante se recomienda fertilizar el frijol con inoculante, ya que este tipo de tecnología favorece mayor cantidad de quintales/hectárea (18.75) en relación a los demás tratamientos.
- Se recomienda fertilizar con inoculante por su mejor rentabilidad (179.94%) frente al 137.81% de la urea.

XIII. BIBLIOGRAFÍAS

- Acuña, O., Rodríguez, E., Llano, A., Calderón, V., Flores, G., Viana, A., et al. (2001). *Validación técnica de inoculantes en frijol con cepas de Rhizobium eficientes en fijación de nitrógeno*. Alajuela. Costa Rica. Pp. 9.
- Anónimo (s.f). *El manejo agroecológico de frijol. Agricultores y agricultoras gerenciando sus recursos y conocimientos para cosechas más seguras*.
- Baca, Castellón, L. (2013). Masificarán uso de inoculante. Recuperado en www.laprensa.com.ni/2013/09/19/.../162933-masificaran-uso-de-inoculant...
- Barrionuevo, L., Bolatti, R., Cebrowski, L., Pizzia, C., Scotti, S., Trelles, F., Lavolpe, A., Granda, F., Piazza, A. (s/f). *El sistema de información sobre costos frente al análisis de productividad*. Consejo profesional de Ciencias Económicas de la Capital Federal de Argentina.
- Brenes, C. y Torrez, V. (s.f). *Validación participativa del inoculante nitronat en el cultivo de fríjol (Phaseolus vulgaris l)*, La Trinidad, Estelí. P. 35.
- Binder, U. (1997). *Manual de leguminosas de Nicaragua. Tomo I. PASOLAC y E.A.G.E. Estelí, Nicaragua*.
- Fonseca, A. (2001). *Frijol criollo nicaragüense tiene potencial productivo*. Recuperado de especialconomia@laprensa.com.ni
- Flores, G., Hernández, J. C., Acosta, M., & Montero, M. (1999). Análisis económico de la utilización de inoculante biológico (Rhizobium spp.) en frijol común en la región Brunca, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, p.41.
- Guerrero, R. (2013). *Inoculante de frijol da cosechas bárbaras*. Recuperado de <http://www.trincheraonline.com/2013/02/19/inoculante-de-frijol-da-cosechas-barbaras/>
- Hernández, L. y Barquero, E. (2003). *Evaluación de 16 variedades de frijol común negro (Phaseolus vulgaris L.) en época de primera en la compañía, Carazo*. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Hislop y López. (2014). Catálogo: Materiales criollos y acriollados de maíz y frijol. Seleccionadas en proceso de fitomejoramiento participativo en Siuna y Rosita.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2001). *Guía tecnológica del frijol*. Managua, Nicaragua.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2009). *Guía Técnica del cultivo del frijol*.

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2014). *Boletín El Frijolero*. Recuperado de funica.org.ni/.../boletin/BOLETIN%205/.../Boletin%20t-Carta%20Junio...
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2009). *Frijol: Estudio de la cadena agroindustrial*. Oficina del IICA en Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Martínez, J; Pupiro, L y Somarriba, W. (s.f). *Revisión bibliográfica sobre prácticas de fertilización adecuadas en el manejo del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L)* Managua Nicaragua. p 6.
- Ministerio Agropecuario y Forestal. (2007). *El cultivo del frijol en la Región Autónoma del Atlántico Norte*.
- Ministerio Agropecuario Agroforestal, Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias, Gobierno Regional Autónomo de la Costa Caribe Norte y Organización. (2008). *El cultivo del frijol en la Región Autónoma del Atlántico Norte*.
- Núñez, C. (2011). Efecto de dos cepas de Rhizobium sp y microorganismos efectivos en el rendimiento de grano seco de frijol (Phaseolus vulgaris L) cultivar canario centenario en costa central. Lima, Perú. 91p.
- Orozco, D. (s.f). Definición de urea. Recuperado de www.conceptodefinicion.de/urea/
- Oswaldo, J. (s.f.). *Conceptos básicos de costos de producción*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos82/conceptos-basicos-costos-produccion/conceptos-basicos-costos-produccion.shtml#ixzz3BpkQr3Tu> [Consultado el 29 de agosto, 2014].
- Ramírez, G. (1983). *Efecto de la fertilización con nitrógeno y fosforo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en un suelo de UPALA*. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Sáenz, V. (2002). *Evaluación y caracterización de cuatro inoculantes comerciales de micorrizas en frijol (Phaseolus vulgaris L.), pasto Tanzania (Panicum máximum Jacq) y pasto Transvala (Digitaria decumbens Stent) Zamorano*. Honduras.
- Segura, S. (2009). *Estudio de oportunidades económicas actuales y potenciales para el desarrollo de negocios agrícolas y no agrícolas del sector agroforestal en la Región Autónoma del Atlántico Norte, con énfasis en la Forestería comunitaria*. FUNICA. RAAN.
- Torrez, V. (2012). *Validación participativa del inoculante nitronat en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L) La Trinidad, Estelí. Variedades del frijol*. Managua. Nicaragua. 21p.

Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua y Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (2011). *Promoverán uso de tecnología inoculante entre productores de frijol*. Recuperado de www.lavozdelsandinismo.com/.../promoveran-uso-de-tecnologia-inocula...

Urbina, M. & Cáceres, N. (2004). *Efecto de diferentes arreglos topológicos de maíz (Zea mays) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) y la acción del inoculante, sobre el comportamiento de la maleza, el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y el uso equivalente de la tierra*. Managua, Nicaragua. 68p.

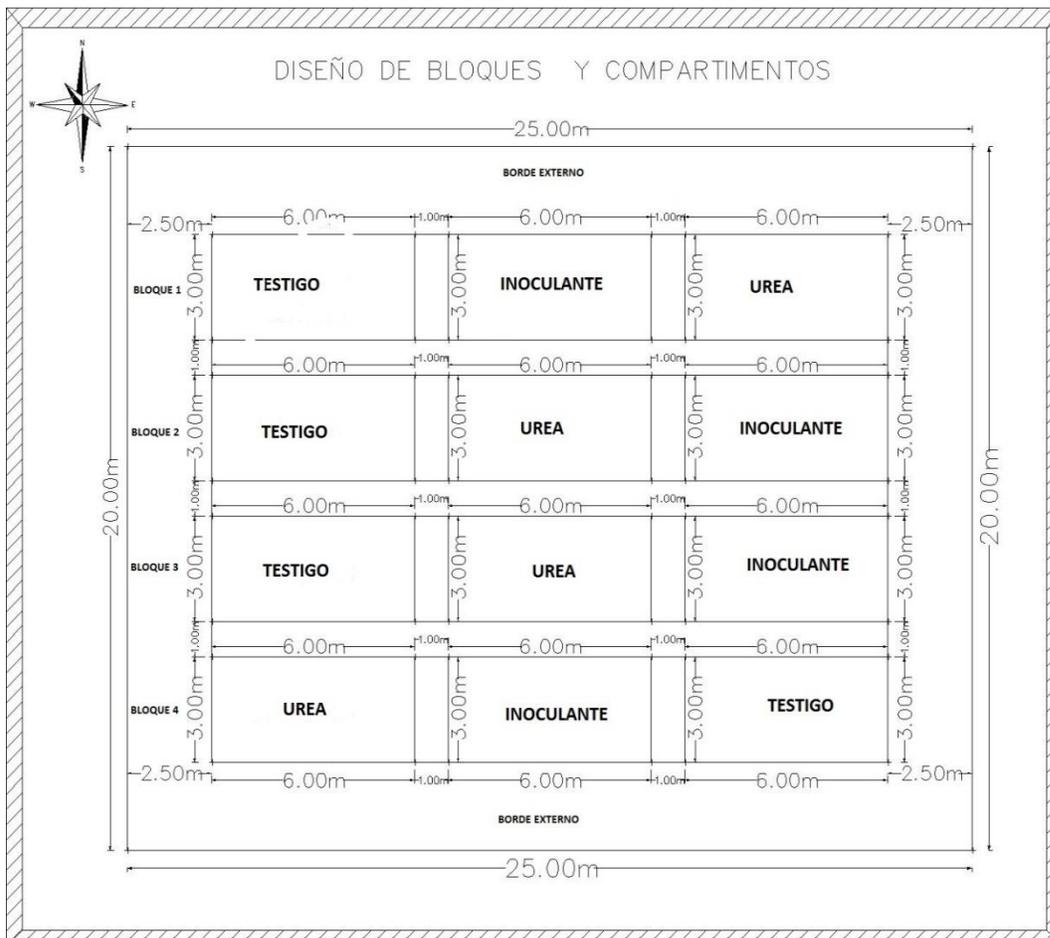
White, J. (1985). *Conceptos básicos de fisiología del frijol: Frijol, investigación y producción*. Cali, Colombia: CIAT.

Wikipedia (s.f.). *Fijación de nitrógeno*. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Fijaci%C3%B3n_de_nitr%C3%B3geno

XIII. ANEXOS

Anexo 1.

Diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (BCA) en el cultivo de frijol con dos fertilizantes: urea e inoculante más el testigo, FIIT La Bonita de la comunidad de Tipispan, RACCN.



Anexo 3. Medias de los resultados de acuerdo a las variables y tratamientos en estudio.

1. Fase de crecimiento y desarrollo

Variable dependiente	Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Altura de la planta	Testigo	39.828	.690	38.267	41.388
	Urea	40.505	.690	38.945	42.065
	<u>Inoculante</u>	40.785	.690	39.225	42.345
Ramas por planta	Testigo	5.403	.420	4.453	6.352
	Urea	4.223	.420	3.273	5.172
	<u>Inoculante</u>	6.195	.420	5.246	7.144
Hojas por planta	Testigo	34.750	3.567	26.680	42.820
	Urea	34.275	3.567	26.205	42.345
	<u>Inoculante</u>	39.000	3.567	30.930	47.070
Longitud de la guía	Testigo	44.275	2.059	39.616	48.934
	Urea	42.475	2.059	37.816	47.134
	<u>Inoculante</u>	44.700	2.059	40.041	49.359

2. Fase reproductiva

Variable dependiente	Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Flores por planta	Testigo	30.750	1.679	26.952	34.548
	Urea	33.250	1.679	29.452	37.048
	<u>Inoculante</u>	34.000	1.679	30.202	37.798
Vainas por planta	Testigo	11.960	.595	10.614	13.306
	Urea	12.125	.595	10.779	13.471
	<u>Inoculante</u>	12.750	.595	11.404	14.096
Granos por planta	Testigo	5.675	.155	5.325	6.025
	Urea	6.025	.155	5.675	6.375
	<u>Inoculante</u>	6.075	.155	5.725	6.425

Anexo 4. Validación estadística de los datos.

Anova de un factor

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: **Altura de la planta(cm)**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1.939 ^a	2	.969	.509	.617
Intersección	19559.265	1	19559.265	10276.276	.000
TRAT	1.939	2	.969	.509	.617
Error	17.130	9	1.903		
Total	19578.334	12			
Total corregida	19.069	11			

a. R cuadrado = .102 (R cuadrado corregida = -.098)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: **Ramas por planta**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7.882 ^a	2	3.941	5.595	.026
Intersección	333.697	1	333.697	473.743	.000
TRAT	7.882	2	3.941	5.595	.026
Error	6.339	9	.704		
Total	347.918	12			
Total corregida	14.221	11			

a. R cuadrado = .554 (R cuadrado corregida = .455)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: ***Hojas por planta***

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	54.152 ^a	2	27.076	.532	.605
Intersección	15559.201	1	15559.201	305.683	.000
Trat	54.152	2	27.076	.532	.605
Error	458.098	9	50.900		
Total	16071.450	12			
Total corregida	512.249	11			

a. R cuadrado = .106 (R cuadrado corregida = -.093)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: ***Longitud de la guía***

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11.162 ^a	2	5.581	.329	.728
Intersección	23038.803	1	23038.803	1358.109	.000
Trat	11.162	2	5.581	.329	.728
Error	152.675	9	16.964		
Total	23202.640	12			
Total corregida	163.837	11			

a. R cuadrado = .068 (R cuadrado corregida = -.139)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: **Flores por planta**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	23.167 ^a	2	11.583	1.027	.396
Intersección	12805.333	1	12805.333	1135.448	.000
Trat	23.167	2	11.583	1.027	.396
Error	101.500	9	11.278		
Total	12930.000	12			
Total corregida	124.667	11			

a. R cuadrado = .186 (R cuadrado corregida = .005)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: **Vainas por planta**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1.389 ^a	2	.695	.491	.628
Intersección	1809.090	1	1809.090	1277.656	.000
Trat	1.389	2	.695	.491	.628
Error	12.744	9	1.416		
Total	1823.222	12			
Total corregida	14.133	11			

a. R cuadrado = .098 (R cuadrado corregida = -.102)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: **Granos por planta**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.380 ^a	2	.190	1.983	.193
Intersección	421.268	1	421.268	4395.835	.000
Trat	.380	2	.190	1.983	.193
Error	.863	9	.096		
Total	422.510	12			
Total corregida	1.243	11			

a. R cuadrado = .306 (R cuadrado corregida = .152)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: **Rendimiento**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1.423 ^a	2	.712	1.877	.208
Intersección	108.526	1	108.526	286.317	.000
TRAT	1.423	2	.712	1.877	.208
Error	3.411	9	.379		
Total	113.360	12			
Total corregida	4.835	11			

a. R cuadrado = .294 (R cuadrado corregida = .138)

Prueba estadística de normalidad de datos para una muestra según Kolmogorov-Smirnov para tratamientos.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Tratamientos
N		12
Parámetros normales ^{a,b}	Media	2.00
	Desviación típica	.853
Diferencias más extremas	Absoluta	.213
	Positiva	.213
	Negativa	-.213
Z de Kolmogorov-Smirnov		.737
Sig. asintót. (bilateral)		.648

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables estudiadas

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura de la planta	3.918	2	9	.060
Ramas por planta	1.636	2	9	.248
Hojas por planta	1.515	2	9	.271
Longitud de la guía	1.126	2	9	.366
Flores por planta	4.673	2	9	.041
Vainas por planta	1.414	2	9	.292
Granos por planta	1.877	2	9	.208

Anexo 5. Número de granos por parcela.

Número de granos por parcela				
	Tratamientos			
Bloques	Testigo	Urea	Inoculante	Suma
I	1,392.28	1,373.27	1,252.80	4,018.35
II	1,392.28	1,427.40	1,695.74	4,515.42
III	1,026.43	1,227.60	1,392.55	3,646.58
IV	1,089	1,271.21	1,209.60	3,569.81
Suma	4,899.99	5,299.48	5,550.69	15,750.16

Anexo 6. Peso total de los granos de frijol por parcela.

Peso total granos por parcela (gramos)				
	Tratamientos			
Bloques	Testigo	Urea	Inoculante	Suma
I	1,362.00	1,589.00	2,156.50	5,107.50
II	1,135.00	1,271.20	1,475.50	3,881.70
III	993.13	1,362.00	1,362.00	3,717.13
IV	1,135.00	1,407.40	1,135.00	3,677.40
Suma	4,625.13	5,629.60	6,129.00	16,383.73

Anexo 7. Peso en gramos de 1000 granos de frijol por parcela.

Peso de 1000 granos por parcela				
	Tratamientos			
Bloques	Testigo	Urea	Inoculante	Suma
I	978.25	1,157.09	1,721.34	3,856.68
II	815.21	890.57	870.12	2,575.90
III	967.55	1,109.48	978.06	3,055.09
IV	1,042.24	1,107.13	938.32	3,087.69
Suma	3,803.25	4,264.27	4,507.84	12,575.36

Anexo 8. Costos de producción del cultivo del frijol chile claro para cada uno de los tratamientos.

Costos de producción de frijol chile claro				
Sin tratamiento (Testigo)				
Actividad	U/M	Cantidad	Costos/Parcela (C\$)	Costos/Mz (C\$)
			Mano de obra	
Preparación del terreno	D/H	2	400	2,500
Siembra	D/H	2	200	1800
Control de malezas	D/H	2	200	1200
Aporque	D/H	1	150	1200
Aporreo	D/H	1	200	1200
Sub total			1,150	7,900
			Insumos	
Semillas	qq	0.08	200	2500
Sacos	Unid.	1	10	120
Sub total			210	2,620
TOTAL			1,360	10,520

Costos de producción de frijol chile claro				
Tratamiento con Urea				
Actividad	U/M	Cantidad	Costos/Parcela (C\$)	Costos/Mz (C\$)
Mano de obra				
Preparación del terreno	D/H	2	400	2,500
Siembra	D/H	2	200	1800
Aplicación de Urea	D/H	1	150	800
Control de malezas	D/H	2	200	1200
Aporque	D/H	1	150	1200
Aporreo	D/H	1	200	1200
Sub total			1300	8,700
Insumos				
Semillas	qq	0.08	200	2500
Urea	qq	0.0178	25	1400
Sacos	Unid.	1	10	120
Sub total			235	4020
TOTAL			1,535	12,720

Tratamiento con Inoculante				
Actividad	U/M	Cantidad/ parcela	Costos/Parcela (C\$)	Costos/Mz (C\$)
Mano de obra				
Preparación del terreno	D/H	2	400	2,500
Siembra	D/H	2	200	1800
Aplicación de Inoculante	D/H	1	150	800
Control de malezas	D/H	2	200	1200
Aporque	D/H	1	150	1200
Aporreo	D/H	1	200	1200
Sub total			1300	8,700
Insumos				
Semillas	qq	0.08	200	2500
Inoculante	gr	40	40	450
Sacos	Unid.	1	10	120
Sub total			250	3,070
TOTAL			1,550	11,770

Anexo 9. Fotografías de la parcela experimental de Phaseolus vulgaris L. finca la Bonita, Rosita, 2014.



Fotografía 1. Medición de la pendiente con el aparato A en el área experimental de Phaseolus vulgaris L. en la Finca La Bonita de Rosita, época de apante 2014-2015. En la que participaron productores propietarios de la finca, tomada por Ingeniero Ramón Hernández, Coordinador INTA Rosita.



Fotografía 2. Proceso de medición, diseño y destroncado del área experimental de *Phaseolus vulgaris* L. en la Finca La Bonita de Rosita, época de apante 2014-2015. En la que participaron productores propietarios de la finca y estudiantes de la Universidad Martín Lutero de Rosita que realizaron sus prácticas de pre-profesionalización en el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), tomada por Ingeniero Ramón Hernández, Coordinador INTA Rosita.



Fotografía 3. Siembra de *Phaseolus vulgaris* L. en la parcela experimental ubicada en la Finca La Bonita de Rosita, época de apante 2014-2015. En la que participaron productores propietarios de la finca y estudiantes de la Universidad Martín Lutero de Rosita que realizaron sus prácticas de pre-profesionalización en el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), tomada por Ingeniero Ramón Hernández, Coordinador INTA Rosita.



Fotografía 4. Ubicación de rótulos en el área experimental de *Phaseolus vulgaris* L. por bloque y tratamiento, Finca La Bonita de Rosita, época de apante 2014-2015, tomada por Ingeniero Ramón Hernández, Coordinador INTA Rosita.



Fotografía 5. Recopilación de datos en cada unidad experimental de *Phaseolus vulgaris* L. en la Finca La Bonita de Rosita, época de apante 2014-2015. Tomada por Ingeniero Ramón Hernández, Coordinador INTA Rosita.



Fotografía 6. Parcela experimental de *Phaseolus vulgaris* L, bloque 4, distribución de los tratamientos y trampas amarillas. Finca La Bonita, Rosita. Tomada por Carla Vanessa Espinoza Duarte.