

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**INTRODUCCION DE TRES VARIEDADES DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* sp)
CON LA APLICACIÓN DE INOCULANTE EN LA COMUNIDAD PARIGUAYA,
PROVINCIA SUD YUNGAS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

MARIELA AGUILAR SOTO

**La Paz – Bolivia
2015**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**INTRODUCCION DE TRES VARIETADES DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* sp)
CON LA APLICACIÓN DE INOCULANTE EN LA COMUNIDAD PARIGUAYA,
PROVINCIA SUD YUNGAS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo

MARIELA AGUILAR SOTO

Asesor:

Ing. M.sc. Celia Fernández Chávez

Ing. M.sc. Rubén Trigo Riveros

Tribunal Examinador:

Ing. Ph.D. David Cruz Choque

Ing. Bernardo Ticona Contreras

Ing. Eduardo Chilon Camacho

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

2015

DEDICATORIA

A Dios por brindarme su protección y guiar mi camino.

Con amor y gratitud a mis Abuelos Francisco Solano Soto y Primitiva Cruz, quienes me brindaron su apoyo constante e incondicional, a mis tíos Guillermo, Nancy y Héctor, quienes me orientaron y me enseñaron el camino de la superación.

A mi Mama Marina Soto Cruz, quien me dio la vida y supo valorar mi esfuerzo así como mi sacrificio para lograr este trabajo.

Con inmenso amor, cariño y admiración a Carlos Alberto Cabrera Gallo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios sobre todas las cosas por darme sabiduría y culminar con este propósito.

A la Universidad mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica, por permitir mi formación profesional a través de su plantel Docente, Administrativos y Auxiliares de Docencia.

A mi familia que me apoyo durante todos estos años de estudio, en especial a mi madre Marina Soto Cruz, mis abuelos Francisco Soto, Primitiva Cruz y mis tíos Nancy, Guillermo y Héctor.

Agradecer a mis asesores, Ing. M.sc. Celia Fernández Ch. y al Ing. Rubén Trigo R., por la colaboración permanente que me brindaron en asesorar este trabajo con las correcciones del perfil y el documento final en el trabajo de tesis.

Agradecer la orientación y aportar juiciosamente con las correcciones y observaciones muy acertadas, por los miembros del comité revisor de la presente tesis Ing. PhD. David Cruz Choque, Ing. Bernardo Ticona C. e Ing. Eduardo Chilon C.

En especial con todo mi amor a Carlos A. Cabrera Gallo. por el apoyo, la fuerza y el valor que me brindo para que pueda concluir este trabajo.

CONTENIDO GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x

INDICE GENERAL

I.	Introducción.....	1
II.	Objetivos.....	2
2.1	Objetivo general.....	2
2.2	Objetivos específicos.....	2
III.	Revisión de Literatura.....	3
3.1	Generalidades del cultivo del frejol.....	3
3.1.1	Origen.....	3
3.1.2	Importancia del cultivo.....	3
3.1.3	Clasificación taxonómica.....	4
3.1.4	Morfológica.....	4
3.1.4.1	Raíz.....	4
3.1.4.2	Tallo.....	5
3.1.4.2.1	Hábitos de crecimiento.....	5
3.1.4.3	Hojas.....	6
3.1.4.4	Flor.....	6
3.1.4.5	Frutos.....	7
3.1.4.6	Semilla.....	7
3.1.4.7	Etapas fenológicas del cultivo.....	7
3.2	Condiciones agroclimáticas óptimas para el cultivo.....	9
3.2.1	Clima.....	9
3.2.1.1	Altitud.....	9
3.2.1.2	Temperatura.....	9
3.2.1.3	Precipitación.....	9
3.2.1.4	Vientos.....	10
3.2.2	Suelo.....	10
3.2.2.1	Ph.....	10
3.2.2.2	Textura.....	10
3.3	Manejo del cultivo.....	11
3.3.1	Preparación del terreno.....	11
3.3.2	Siembra.....	11
3.3.2.1	Densidad de siembra.....	11
3.3.3	Sistemas de siembra.....	12
3.3.3.1	Sistema mecanizado.....	12
3.3.3.2	Sistema de tracción animal.....	12
3.3.3.3	Sistema manual.....	12
3.3.3.4	Sistema asociado.....	12
3.3.4	Fertilización.....	13
3.3.4.1	Inoculante.....	13
3.3.4.2	Nodulación.....	14
3.3.5	Control de malezas.....	14
3.3.6	Control de Plagas y enfermedades.....	15
3.3.7	Riego.....	16
3.3.8	Cosecha.....	16
3.3.9	Trilla y almacenamiento.....	17
3.3.10	Rendimiento.....	18
3.4	Variedades.....	19

IV.	Materiales y métodos.....	20
4.1	Localización de la investigación.....	20
4.2	Condiciones agroecológicas.....	21
4.2.1	Clima.....	21
4.2.2	Fisiografía y Topografía.....	21
4.2.3	Caracterización socio-económica.....	21
4.3	Materiales.....	22
4.3.1	Material de gabinete.....	22
4.3.2	Material de campo.....	22
4.3.3	Material biológico.....	23
4.4	Metodología.....	24
4.4.1	Manejo agronómico del ensayo.....	24
4.4.1.1	Preparación del terreno.....	24
4.4.1.2	Recolección de muestras de suelo.....	24
4.4.1.3	Inoculación de las semillas.....	25
4.4.1.4	Siembra.....	25
4.4.1.5	Labores culturales.....	25
4.4.1.6	Cosecha.....	26
4.4.2	Variables.....	26
4.4.2.1	Variables Agronómicas.....	26
4.4.2.1.1	Porcentaje de germinación.....	26
4.4.2.1.2	Días a la floración.....	26
4.4.2.1.3	Altura de planta (cm).....	26
4.4.2.1.4	Diámetro de tallo (mm).....	26
4.4.2.1.5	Número de vainas por planta.....	27
4.4.2.1.6	Número de granos por vaina.....	27
4.4.2.1.7	Rendimiento de grano (kg/ha).....	27
4.4.2.1.8	Días a la cosecha.....	27
4.4.2.1.9	Número de nódulos.....	27
4.4.2.2	Análisis del beneficio/costo.....	28
4.4.3	Descripción del trabajo experimental.....	28
4.4.4.1	Diseño experimental.....	28
4.4.4.2	Factores de estudio.....	29
4.4.4.3	Descripción de los tratamientos.....	29
4.4.4.4	Dimensiones del área experimental.....	30
4.4.4.5	Croquis del experimento.....	31
V.	Resultados y discusión.....	32
5.1	Efecto de los tratamientos sobre el suelo.....	32
5.1.1	Suelo testigo (antes de la siembra).....	32
5.1.2	Suelo con tratamientos (después de la siembra).....	33
5.2	Variables Agronómicas.....	35
5.2.1	Porcentaje de germinación.....	35
5.2.2	Días a la floración.....	37
5.2.3	Días a la cosecha.....	41
5.2.4	Altura de planta (cm).....	44
5.2.5	Número de vainas por planta.....	47
5.2.6	Diámetro de tallo (mm).....	50
5.2.7	Número de granos por vaina.....	53
5.2.8	Número de nódulos.....	56

5.2.9 Rendimiento en kg/ha.....	58
5.3 Análisis económico (beneficio/costo).....	63
6 Conclusiones.....	65
7 Recomendaciones.....	66
8 Referencias bibliográficas.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Etapas fenológicas del cultivo de fréjol.....	8
Cuadro 2. Principales plagas que atacan al fréjol y su manejo	15
Cuadro 3. Enfermedades comunes en el fréjol y su control.....	16
Cuadro 4. Análisis físico – químico del suelo (comunidad pariguaya).....	32
Cuadro 5. Análisis físico – químico del suelo (comunidad pariguaya).....	34
Cuadro 6. Análisis de varianza para el variable porcentaje de germinación.....	35
Cuadro 7. Promedio de porcentaje de germinación (Duncan 5%).....	36
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable días a la floración.....	38
Cuadro 9. Promedio de días a la floración (Duncan 5%).....	39
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable días a la cosecha.....	41
Cuadro 11. Promedio de días a la cosecha (Duncan 5%).....	42
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	44
Cuadro 13. Promedio de altura de planta (Duncan 5%).....	45
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta.....	47
Cuadro 15. Promedio de número de vainas por planta (Duncan 5%).....	49
Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (mm).....	51
Cuadro 17. Promedio de diámetro de tallo (mm)(Duncan 5%).....	52
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina.....	53
Cuadro 19. Promedio de número de granos por vaina (Duncan 5%).....	55
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable número de nódulos.....	56
Cuadro 21. Promedio de número de nódulos (Duncan 5%).....	57
Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha.....	59
Cuadro 23. Promedio de rendimiento en kg/ha (Duncan 5%).....	61
Cuadro 24. Análisis económico de la producción de frejol.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de habito de crecimiento del frejol.....	6
Figura 2. Mapa de ubicación del ensayo: país Bolivia, Departamento de La Paz, Provincia Sud Yungas, segunda sección Irupana, Comunidad Pariguaya.....	20
Figura 3. Semilla de frejol para la siembra.....	23
Figura 4. Croquis del área experimental.....	31
Figura 5. Porcentaje de germinación para el factor variedades.....	36
Figura 6. Días a la floración para la variable inoculo.....	38
Figura 7. Días a la floración para la variable variedades.....	40
Figura 8. Días a la cosecha para la variable variedades.....	43
Figura 9. Altura de planta para la variable aplicación de inoculante.....	45
Figura 10. Altura de planta para la variable variedades.....	46
Figura 11. Número de vainas por planta para la variable aplicación de inoculante.....	48
Figura 12. Número de vainas por planta para la variable variedades.....	49
Figura 13. Diámetro de tallo para la variable variedades.....	52
Figura 14. Número de granos por vaina para la variable aplicación de inoculante.....	54
Figura 15. Número de granos por vaina para la variable variedades.....	55
Figura 16. Número de nódulos para la variable aplicación de inoculante.....	57
Figura 17. Número de nódulos para la variable variedades.....	58
Figura 18. Rendimiento en Kg/Ha del cultivo de frejol.....	60
Figura 19. Rendimiento en kg/ha para la variable aplicación de inoculante.....	60
Figura 20. Rendimiento en kg/ha para la variable variedades.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1. Descripción de los tratamientos, Comunidad Pariguaya 2012.....	29
--	----

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Análisis de Suelo	
Anexo N° 2. Datos de Temperatura y Precipitación en la Estación de Lambate (SENAMHI, 2011)	
Anexo N° 3. Registro fotográfico del trabajo de investigación	
Anexo N° 4. Análisis de Varianza de las variables de Investigación	
Anexo N° 5. Costo de producción para el cultivo de Frejol	

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Comunidad de Pariguaya, segunda Sección del Municipio de Irupana del Departamento de La Paz, ubicada a 135 km de la ciudad, a 16° 38' 36" de latitud sur y 67° 37' 30" de longitud oeste, a una altitud de 2029 msnm y una temperatura de 18,5 °C, se realizó durante la época seca, del 09 de junio al 04 de octubre del 2012. Tuvo como objetivo principal evaluar la adaptabilidad y rendimiento de tres variedades introducidas de frejol (*Phaseolus vulgaris* sp.) con aplicación de inoculante.

El diseño experimental utilizado fue de "Diseño de Bloques Completamente al Azar con Arreglo en Parcelas Divididas" con 6 tratamientos y 4 repeticiones haciendo un total de 24 unidades experimentales. Los factores evaluados fueron: Factor A (a1: con inoculante y a2: sin inoculante) y Factor B Variedades (b1: Rojo Oriental, b2: Carioca y b3: Mantequilla). Para el factor aplicación de inoculante el cual mostro la mayor altura de planta, menos días a la floración, mayor número de vainas por planta, mayor número de granos por vaina, mayor número de nódulos por planta y el mayor rendimiento. Para el factor variedades, la variedad Rojo Oriental obtuvo el mayor porcentaje de germinación, menos días a la floración, menos días a la cosecha, mayor número de nódulos y mayor rendimiento. La variedad Carioca obtuvo mayor número de vainas por planta, mayor diámetro de tallo y mayor número de granos por vaina, quedando así la variedad Mantequilla con mayor altura de planta.

La variedad que mejor se adaptó a la zona fue el Rojo Oriental por presentar mejores rendimientos e ingresos con la aplicación del inoculante *Rhizobium leguminosarum* biovar. *Phaseoli*.

Para los costos de producción los tratamientos que mayor beneficio/costo mostraron fueron las variedades aplicadas con inoculante Bs. 2,89 para Rojo oriental, Bs. 2,87 para Carioca y Bs. 2,59 para Mantequilla, de estos tres tratamientos la variedad Rojo Oriental es el que obtuvo mayor rentabilidad por obtener mayor rendimiento, con una ganancia de Bs. 1,89 por cada boliviano invertido.

Finalmente, se realizó análisis de laboratorio de suelos en el IBTEN, antes de la siembra y después de la cosecha de frijol por cada tratamiento para observar el incremento de nitrógeno y fosforo en el suelo.

VI. INTRODUCCION

El frejol común (*Phaseolus vulgaris* sp.), por la superficie cultivada, es la tercera leguminosa más importante a nivel mundial, superado solamente por la soya (*Glycinemax* L. Merr) y el maní (*Arachis hipogea* L.). Los principales centros de producción se encuentran en los países de América Latina y el Caribe (Singh, 1999).

Dentro del grupo de las especies leguminosas, el frejol es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea cultivada desde la zona tropical hasta las templadas. Es originario de América y se le conoce con diferentes nombres: frejol, frijol, poroto, judía, Habichuela, caraota, ejote y alubia.

El frejol es fuente de proteínas, hierro vegetal, fibra, ácido fólico, tiamina, potasio, magnesio, zinc y además contribuye a la prevención y el tratamiento de patologías tales como: la diabetes, enfermedades cardiovasculares y el cáncer, tanto por su aporte de micronutrientes (particularmente ácido fólico y magnesio) como por su alto contenido de fibra, aminoácidos azufrados, taninos, Fitoestrógenos y aminoácidos no esenciales (USDA, 2000).

Otra ventaja que ofrece el cultivo, es la conservación de suelos, por la fijación de nitrógeno atmosférico por la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, además la incorporación de materia seca luego de la cosecha como rastrojo al suelo que mejora la fertilidad y la estructura del suelo.

En Bolivia el rendimiento promedio es de 800 Kg/ha y aproximadamente 1200 Kg/ha si se elimina el efecto de la asociación con otros cultivos sobre los rendimientos, sin embargo tiene un potencial genético productivo superior a 4000 Kg/ha (Fernández, 1993).

La Provincia Sud Yungas, en zonas templadas no cuenta con información respecto a variedades mejoradas de frejol con la aplicación de inoculante, por lo que el presente trabajo de investigación se realiza en la Comunidad Pariguaya, en el cual se pretende evaluar tres diferentes variedades de frejol, con el fin de determinar cuáles son las variedades más promisorias y las más recomendables para el agricultor de la zona.

Por otro lado la información generada y la introducción del cultivo de frejol contribuyen a la diversificación agrícola y de la misma forma contribuye a la recuperación de la fertilidad del suelo, labor en la cual están empeñados muchos investigadores ante el desgaste progresivo de este recurso.

VII. OBJETIVOS

7.1 Objetivo General

- Evaluar la adaptabilidad y rendimiento de tres variedades introducidas de frejol (*Phaseolus vulgaris sp.*) con aplicación de inoculante en la Comunidad Pariguaya, Provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz.

7.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la adaptabilidad de tres variedades de frejol en la Comunidad Pariguaya.
- Determinar el efecto del inoculante en tres variedades de frejol.
- Determinar el rendimiento de tres variedades de frejol.
- Determinar el Beneficio – Costo de producción para las tres variedades de frejol.

VIII. REVISION DE LITERATURA

8.1 Generalidades del cultivo del frejol

8.1.1 Origen

Aldana de León (2010) manifiesta que México ha sido aceptado como el más probable centro de origen o al menos como el centro de diversificación primaria. El cultivo de frejol era conocido por lo menos unos 5.000 años antes de la era cristiana.

Sin embargo de acuerdo a Voysest (2000), en Perú los restos más antiguos encontrados según la prueba de carbono 14, reflejan una antigüedad de 7.680 ± 280 a 10.000 ± 300 años a.C., donde se encontró aproximadamente 30 especímenes de frejol de grano rojo - marrón oscuro, rojo oscuro y moteados, de diversas formas.

8.1.2 Importancia del Cultivo

Debouck e Hidalgo (1985), mencionan que dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frejol común es una de las más importantes por ser complemento indispensable en la dieta alimentaria; se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales tienen un alto contenido de proteínas, alrededor de 22%.

Según Claire, (2000) el frejol (*Phaseolus vulgaris sp.*), en Bolivia también conocido como poroto, es una leguminosa cultivada en casi todas las regiones del mundo. En nuestro país, es cultivado desde el trópico hasta las zonas templadas; es termófilo es decir, es una especie que no soporta heladas.

De acuerdo a Waaijenberg et al., (2000) el frejol contiene más proteínas y hierro que la papa (2% de proteínas y 1 mg de hierro) y el maíz (3.3% de proteínas y 89 mg de hierro), es tan nutritivo como la carne, pero es mucho más barata.

La fijación del nitrógeno por la simbiosis leguminosa – Rhizobium, es de importancia agrícola considerable, ya que conduce a un incremento significativo del nitrógeno combinado en las tierras. El frejol (*Phaseolus vulgaris sp.*) tiene la capacidad de fijar una cantidad de 45 kg de nitrógeno por hectárea (Ángelo, 1997).

8.1.3 Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Terranova (1995) y CIAT (1984), la clasificación taxonómica del frejol es la siguiente:

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliopsida
Clase:	Angiospermae
Sub clase:	Dicotiledónea
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosae
Género:	Phaseolus
Especie:	vulgaris
Nombre vulgar:	frejol, frijol, poroto, judía, Habichuela, Caraota, ejote, alubia

8.1.4 Morfología

Según Debouck e Hidalgo (1985 citado por Meneses et al. 1996) el frejol es una planta de consistencia herbácea con las siguientes características morfológicas.

8.1.4.1 Raíz

En los primeros estados de crecimiento, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual luego se convierte en la raíz principal o primaria, a partir de esta aparecen las raíces secundarias y luego las terciarias (Debouck et al., 1985). La raíz de la planta de frejol es fibrosa y presenta gran cantidad de nodulaciones, debido a la simbiosis bacteriana localizada en la corteza de las ramificaciones laterales (Ortúbe y Aguilera, 1994).

8.1.4.2 Tallo

El tallo es delgado, débil, anguloso y de sección cuadrangular; son órganos que parcialmente almacenan pequeñas cantidades de alimentos fotosintetizada los cuales más tarde son cedidos a las vainas (frutos) y luego cuando los tallos son viejos tienen la medula hueca. Los tallos y las ramas se forman de entre nudos cilíndricos o aristados que se engruesan en la parte superior para constituir el nudo. En este el tallo cambia de dirección de crecimiento y por eso la planta de frejol parece estar formada por tallos y ramas en zigzag (IICA 1989; León 1987). Al inicio de la fase reproductiva de la planta el tallo termina en una inflorescencia (racimo) cuyas inserciones se desarrollan primero en flores y después en vainas (Debouck et al., 1985).

8.1.4.2.1 Hábitos de Crecimiento

Meneses et al. (1996) mencionan que el cultivo de frejol durante su desarrollo puede presentar cuatro tipos de crecimiento, los mismos que son el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta, influenciados por las condiciones ambientales que determinan su arquitectura final, teniéndose por lo tanto los siguientes tipos:

- Tipo I: Hábito determinado arbustivo.
- Tipo II: Hábito indeterminado, arbustivo, tallos y ramas erectas.
- Tipo III: Hábito indeterminado arbustivo, con tallos y ramas débiles de consistencia rastrera.
- Tipo IV: Hábito de crecimiento voluble, con tallos y ramas débiles, largos y torcidos; es el tipo que se utiliza en asociación con otros cultivos.

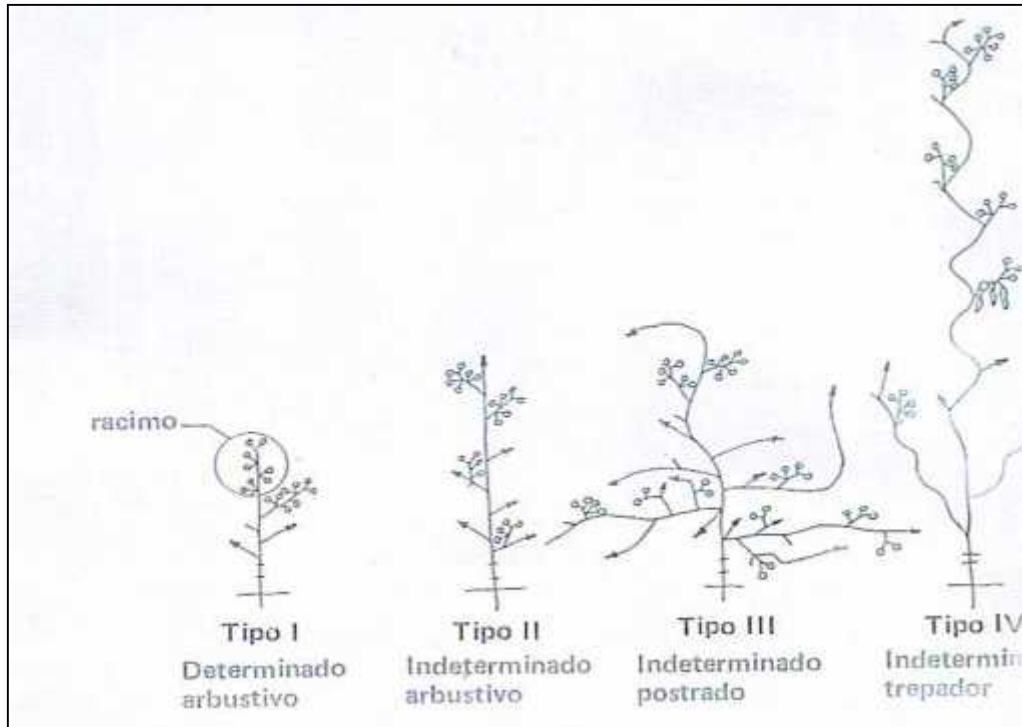


Figura 1. Tipos de Habito de crecimiento del frejol

8.1.4.3 Hojas

La planta de frejol posee hojas simples y compuestas, insertadas en los nudos del tallo y ramas, las hojas simples sólo aparecen en el primer estado de crecimiento de la planta y se acomodan en el segundo nudo del tallo; las hojas compuestas son trifoliadas de diversos tamaños (Ortubé y Aguilera, 1994). Los folíolos de las hojas son acuminados y asimétricos, de forma alargada a triangular. Las hojas siempre están asociadas con estípulas presentes en los nudos, a nivel de las hojas primarias estas son bífidas.

8.1.4.4 Flor

La flor es hermafrodita, zigomorfa, papilionácea, de colores variados; los órganos masculinos y femeninos se encuentran encerrados en una envoltura floral, ofreciendo pocas posibilidades para el cruzamiento entre variedades; la polinización ocurre uno o dos días antes de la apertura de las envolturas florales (Debouck et al., 1985).

La flor comprende dos estados de desarrollo: botón floral y flor abierta, el primero presenta una envoltura de bractéolas de forma ovalada o redonda, al abrirse la flor estas bractéolas cubren solo el cáliz. La flor presenta simetría bilateral y su morfología favorece la autopolinización (Ortube y Aguilera, 1994).

8.1.4.5 Frutos

Los frutos son largos o cortos de forma cilíndrica, gruesa o delgada y de variados colores desde amarillo pálido a café oscuro cuando están secos, dehiscente y monocarpelar formado por dos valvas que tienen un margen dorsal y otro ventral el fruto es una legumbre (Debouck e Hidalgo 1985 citado por Meneses et al. 1996; León 1987).

8.1.4.6 Semilla

La semilla se origina de un óvulo, no posee albumen por lo que sus reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. En base a materia seca 9 % representa la testa o cubierta, los cotiledones representan un 90 %, siendo el 1% correspondiente al embrión. La semilla en el frejol común tiene diferentes formas desde esférica hasta casi cilíndrica, su coloración externa también varía mucho, de negro a blanco y pasa prácticamente por todos los colores y puede ser uniforme, jaspeada, punteada o manchada (Debouck et al, 1985).

Según Ortube et al. (1996) la semilla presenta diversos tamaños, formas y colores, así como también variadas tonalidades, las mismas que sirven para establecer diferencias entre la gran cantidad de cultivares.

8.1.4.7 Etapas fenológicas del cultivo

En el sistema de evaluación estándar de germoplasma de frejol, se utilizan las etapas de desarrollo descritas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Etapas fenológicas del cultivo de frejol

ETAPA	DESCRIPCION
V0	Germinación: absorción de agua por la semilla; emergencia de la radícula y su transformación en raíz primaria.
V1	Emergencia: los cotiledones aparecen a nivel del suelo y empiezan a separarse. El epicótilo comienza su desarrollo.
V2	Hojas Primarias: hojas primarias totalmente abiertas.
V3	Primera hoja trifoliada: se abre la primera hoja trifoliada y aparece la segunda hoja trifoliada.
V4	Tercera hoja trifoliada: se abre la tercera hoja trifoliada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas.
R5	Prefloración: aparece el primer botón floral o el primer racimo. Los botones florales de las variedades determinadas se forman en el último nudo del tallo o de la rama. En las variedades indeterminadas los racimos aparecen primero en los nudos más bajos.
R6	Floración: se abre la primera flor.
R7	Formación de vainas: aparece la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud.
R8	Llenado de las vainas: comienza a llenarse la primera vaina (crecimiento de la semilla). Al final de la etapa, las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrar las características de la variedad. Se inicia la defoliación.
R9	Madurez fisiológica: las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad

Fuente: Fernández et al. 19 82 (CIAT) V= vegetativa; R= reproductiva.

Cada etapa comienza cuando el 50 % de las plantas muestran las condiciones que corresponden a la descripción de la etapa.

8.2 Condiciones agroclimáticas óptimas para el cultivo

8.2.1 Clima

8.2.1.1 Altitud

De acuerdo a Meneses et al. (1996), en Bolivia las zonas productivas pueden ubicarse en altitudes que van desde 300 a 2800 m.s.n.m. Los cultivares mejorados que se encuentran en zonas bajas corresponden a los de tipo arbustivo, con ciclo vegetativo bastante corto de 80 a 100 días; en cambio en las zonas altas se encuentran los cultivares volubles o enredaderas, con periodos largos entre 120 y 150 días.

8.2.1.2 Temperatura

Meneses et al. (1996) mencionan que las temperaturas bajas en este cultivo inhiben y retardan el crecimiento, mientras que las temperaturas mayores aliadas a la humedad atmosférica elevada, favorecen a la aparición de las diversas enfermedades. La temperatura ideal para este cultivo es de 21°C. Aproximadamente.

8.2.1.3 Precipitación

De acuerdo a Peralta et al. (1998), la planta de frejol en su ciclo de cultivo requiere de 300 a 700 mm de precipitación.

Meneses et al. (1996) citan que el cultivo de frejol requiere una precipitación de 300 mm distribuidos durante todo su ciclo. No tolera el exceso ni deficiencias de lluvias. El exceso provoca encharcamiento del terreno ocasionando el marchitamiento de la planta. La deficiencia afecta al crecimiento ocasionando una baja producción. Sin embargo, IICA (1989) indica que el cultivo de frejol necesita una buena disponibilidad de agua, especialmente durante la floración; luego la cantidad necesaria para el desarrollo de los frutos puede disminuir. No tolera el exceso de agua durante la maduración de los frutos, al igual que una sequía en la primera fase de crecimiento.

8.2.1.4 Vientos

Según Meneses et al (1996), los vientos pueden provocar la caída de las flores y el acame de las plantas, poniéndolos en contacto con el suelo contribuyendo al ataque de plagas y enfermedades.

8.2.2 Suelo

8.2.2.1 pH

El frejol se desarrolla mejor en suelos con pH entre 5,0 y 7,5 siendo el óptimo arriba de 6,0 fuera de este rango los cultivos presentan bajo rendimiento (Meneses et al. 1996; IICA 1989).

8.2.2.2 Textura

Los suelos aptos para este cultivo deben ser sueltos, francos o franco arenosos y ricos en materia orgánica, con buen drenaje. Los suelos de textura fina tienden a disponer escasa aireación y son susceptibles de padecer problemas de compactación, mientras que los suelos arenosos de textura gruesa tienden a padecer sequía. Los mejores rendimientos se logran en suelos de textura liviana con una buena provisión de humedad durante el desarrollo y floración del frejol, lo que es muy importante para obtener rendimientos positivos. Los mejores suelos para la producción de frejol deben ser horizontales ya que los suelos con grandes pendientes padecen de erosión hídrica (Vázquez *et al.*, 1992; IICA 1989; Parker 2000; Meneses et al. 1996).

8.3 Manejo del Cultivo

8.3.1 Preparación del Terreno

Jiménez et al. (1996) Sugieren que la preparación del suelo puede consistir en un paso de arado y un paso de rastra posterior, para eliminar los terrones y finalmente el terreno debe ser surcado. Cuando existe la opción de mecanización, se recomienda preparar el terreno con pase de arado a una profundidad de 20 – 39 cm. seguido de dos pases de rastra para obtener un suelo sin terrones y lograr un suelo suelto (Rosas 2003).

8.3.2 Siembra

Meneses et al. (1996) mencionan que la época de siembra de este cultivo en las diferentes zonas del país va a depender de dos factores que son la época de lluvia y mano de obra. Parker (2000) señala que tradicionalmente la época preferida para la siembra del frejol es la primera quincena del mes de junio, (para el hemisferio norte) si las condiciones de humedad del suelo son favorables. Con el desarrollo y la producción de las distintas variedades de temporada completa con recolección directa, el periodo de siembra puede comenzar a finales del mes de mayo siempre y cuando la temperatura del suelo este entre los 18°C y la humedad sea favorable; la implantación de las semillas se debería realizar en suelo húmedo, a una profundidad uniforme de 4 cm.

8.3.2.1 Densidad de siembra

Meneses et al (1996) indican que el espaciamiento tiene que estar de acuerdo con el tipo de cultivo. La distancia sobre surcos se considera constante para todos los sistemas de siembra siendo recomendable entre 12 y 15 plantas por metro lineal.

Rosas (2003), menciona que la densidad poblacional deseada permite lograr el máximo de la productividad, lo cual recomienda sembrar las variedades mejoradas de frejol a distancia:

Distancia entre surcos:	50 a 60 cm.
Distancia entre plantas:	25 a 30 cm.
Semillas por sitio:	3 a 4.
Cantidad:	90 a 110 kg/ha.
Sistema:	Monocultivo

Según IICA (1989), la densidad de siembra varía mucho según el sistema de cultivo. En monocultivos y suelos planos, con variedades arbustivas se logra 200.000 a 250.000 pl/ha. En asociación con otro cultivo se logra 150.000 a 200.000 pl/ha.

8.3.3 Sistemas de Siembra

8.3.3.1 Sistema mecanizado

Meneses et al (1996) recomiendan la utilización de maquinaria agrícola una vez realizada la preparación mecanizada del suelo.

8.3.3.2 Sistema de tracción animal

Con la utilización de yuntas o bueyes se recomienda la preparación del suelo mediante un arado de reja que abre el surco para la siembra (Meneses et al. 1996).

8.3.3.3 Sistema manual

Meneses et al. (1996) mencionan la utilización de un punzón que sirve para abrir un lugar en el suelo donde se va a depositar la semilla, donde se coloca 2 semillas por hoyo.

8.3.3.4 Sistema asociado

Meneses et al. (1996) indican que es necesario tener en cuenta el espaciamiento, tanto del frejol, como del cultivo al que se quiere asociar.

8.3.4 Fertilización

La mayoría de los suelos, donde se cultiva frejol, requieren de la incorporación de fertilizantes químicos y/o abonos orgánicos para obtener una buena cosecha (Jiménez et al., 1996). Además, sugieren que la fertilización se base en la recomendación del análisis de suelo del lote.

8.3.4.1 Inoculante

Los rizobios son bacterias capaces de formar nódulos fijadores de nitrógeno, se las introduce en el suelo por medio de productos llamados inoculantes. La inoculación de la semilla tiene por objeto recubrirla de un número suficientemente elevado de rizobios de la cepa correcta, para producir la pronta y eficaz nodulación de la leguminosa en campo (Skerman et al. 1991). Al respecto Calegari (1993), menciona que el objetivo principal de la inoculación es de colocar en la semilla antes de la siembra o recién germinada, una elevada población del rhizobium específico, capaz de nodular y realizar una simbiosis eficiente con la planta a desarrollarse.

Las ventajas del uso del inoculante son:

- Asegura una temprana formación de nódulos que garantizan un adecuado abastecimiento de nitrógeno para el cultivo durante todo su ciclo de crecimiento.
- Aporta a la leguminosa más del 70% del N necesario, el resto lo proporciona el suelo.
- Aumenta los rendimientos aproximadamente en un 20%.
- A través de la fijación biológica del nitrógeno, enriquece el suelo en nitrógeno que queda en raíces y restos de cosecha que se incorporan en el laboreo para su descomposición.
- Aseguran un excelente abono orgánico que aumenta la fertilidad del suelo y los rendimientos de los cultivos siguientes.
- Contribuye a preservar el medio ambiente no contaminando aguas ni aire.
- Es económico pues permite ahorrar inversiones en equipamiento y mano de obra.
- Una correcta inoculación proporciona un adecuado retorno por peso invertido.

8.3.4.2 Nodulación

Según CIAT (1987), la nodulación es un elemento importante en estudios rizobiológicos de campo, pues es el análisis de la formación de los nódulos. Bajo ciertas condiciones, como ausencia de la bacteria específica y bajo contenido de nitrógeno mineral del suelo, puede encontrarse una relación lineal entre la nodulación y la cantidad de nitrógeno fijado por la simbiosis. Los parámetros que se tienen en cuenta en la evaluación de la nodulación son; abundancia, tamaño, distribución y color interno.

Según CIAT (1987);

- **Abundancia y tamaño:** Son complementarios ya que pocos nódulos grandes o muchos nódulos pequeños pueden tener la misma cantidad de tejido nodular activo.
- **Distribución:** Los nódulos en corona son los primeros en formarse y tienen mayor probabilidad de provenir de cepas inoculadas. Generalmente son más efectivos por estar más cerca de la fuente de carbohidratos.
- **Color interno:** Este puede ser rojo, rosado, verde, blanco, negro o marrón; debe recalcar que el color interno de un nódulo efectivo es rojo o rosado.

8.3.5 Control de malezas

Una buena preparación de suelo favorece la realización de las prácticas de control de malezas, lo recomendable es mantener el cultivo libre de malezas por lo menos los primeros 30 días después de germinado el cultivo, potencializando de esta manera un ahorro en pérdida por efecto de daño por malezas de hasta un 40% en rendimiento. Cuando la labranza convencional es monocultivo, se recomienda hacer limpiezas manuales con azadón, la primera entre los 15-20 días después de la siembra y una segunda entre los 25-30 días después de la siembra, lo cual garantiza llegar a la cosecha con un nivel aceptable de limpieza de cultivo (Escoto, 2011).

8.3.6 Control de Plagas y Enfermedades

Peralta et al. (1998) recomiendan aplicar pesticidas solamente cuando el nivel de población de las plagas pueda causar daño al cultivo.

En el siguiente cuadro se detallan las principales plagas que afectan al cultivo de frejol y su manejo, recomendaciones dadas por los mismos autores.

Cuadro 2. Principales plagas que afectan al frejol y su manejo según Peralta et al. (1998).

Plaga	Producto		
	Nombre genérico	Nombre comercial	Dosis
Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	Lambda cihalotrina	Karate + Aplaud	500 cc/200 l de agua + 150 cc/200l de agua
Trozador (<i>Agrotys sp.</i>)	Endosulfán	Thiodan	500 cc / 200 l de agua
Lorito verde (<i>Empoasca kraemeri</i>)	Carbaryl	Sevin	300 cc / 200 l de agua
Barrenador de vainas (<i>Epinotia aporema</i>)	Carbaryl	Sevin	300 cc / 200 l de agua
Gorgojo (<i>Acanthoselides obtectus</i>)	Fosfamina	Gastoxin	1 tableta /50 kg de grano o semilla

Fuente: Peralta et al., 1998

Según el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos - INIAP (2001), las principales enfermedades que afectan al cultivo de frejol son antracnosis (*Colleto trichumlinde muthianum*), roya (*Uromyze sappendiculatus*) y oídium (*Erysiphe polygoni*) y las plagas de mayor presencia son la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), trozadores (*Agrotys sp*), araña roja (*Tetranychus sp*), barrenador del tallo y vaina (*Epinotia aporema*) que afectan directamente a la planta, reduciendo sustancialmente la producción.

Cuadro 3. Enfermedades comunes en el frejol y su control.

Enfermedad	Producto		
	Nombre genérico	Nombre comercial	Dosis
Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i>)	Oxicarboxin	Plantvax	200 g / 200 L de agua
Antracnosis (<i>Colletotricum lindemuthianum</i>)	Carbendazin	Bavistin	200 g / 200 L de agua
Oídio (<i>Erysiphe polygoni</i>)	Azufre	Elosal	200 cc / 200 L de agua
Ascochyta (<i>Phoma exigua</i>)	Hexaconazol	Anvil	200 cc / 200 L de agua
Añublo del halo (<i>Pseudomonas phaseolícola</i>)	Kasugamicina	Kasumin	500 cc / 200 L de agua

Fuente: Peralta et al., 1998

8.3.7 Riego

El número y frecuencia de riego varía con el tipo de suelo, la variedad y las condiciones climáticas; en ausencia de lluvia puede ser necesario de 10 a 13 riegos por ciclo, es decir un riego cada ocho días aproximadamente, con énfasis en la floración y llenado de vainas (Peralta et al, 1998).

8.3.8 Cosecha

CIAT (1984) recomienda que la cosecha sea rápida y oportuna. A fin de lograr buena calidad de grano, se debe iniciar cuando se tiene un 90% de vainas secas en la población, con un 20 a 22% de humedad en los granos, de acuerdo al sistema de cultivo, variedad y equipo disponible. La cosecha puede ser manual, mecánica o enteramente mecanizada.

IICA (1989) menciona que para obtener vainas frescas, puede ser cosechada a los 15 o 20 días después del inicio de la floración. La cosecha de grano seco debe hacerse antes del inicio de la dehiscencia natural, es decir cuando las vainas no estén totalmente maduras, pues fácilmente se abren y se pierden considerables cantidades de granos. Este cultivo para su cosecha requiere una época seca que permita recolectar las vainas secas ya que lluvias fuertes durante este periodo, echan a perder todo el material. En la mayoría de las zonas tropicales se puede obtener dos cosechas; en zonas secas y bajas se puede sacar tres cosechas con riego.

Parker (2000) indica que el frejol se recolecta cuando aproximadamente el 90% de las hojas se hayan caído, los tallos y las vainas hayan perdido el color verde. Las plantas se extraen al comienzo del día.

Obrador Rousseau (1984) señala que las plantas deben permanecer el mayor tiempo posible en el campo antes de arrancarlas, de tal modo que se produzca un secado natural del grano a través de una pérdida gradual y uniforme de humedad. La cosecha debe efectuarse antes que las vainas se sequen demasiado para poder reducir las pérdidas por desgrane; si la cosecha de la planta se anticipa, cuando todavía el contenido de humedad del grano es alto, se produce una pérdida de humedad muy rápida apareciendo los granos chupados o arrugados, dependiendo de su ubicación en la planta.

Para evitar el desgrane, el arrancado de planta y el movimiento de las mismas, la cosecha se debe efectuar temprano en la mañana. Una vez que la temperatura ambiental comienza a subir, se debe suspender esta labor ya que el calor elimina la humedad que las vainas han retenido durante la noche, quedando expuestas a abrirse con el movimiento que se produce al momento del arrancado y traslado.

8.3.9 Trilla y almacenamiento

La trilla se realiza por pisoteo de animales o por golpe sobre el piso utilizando varas de madera, cuando son grandes cantidades producto de una o más hectáreas, se recomiendan el empleo de trilladoras (Peralta et al., 1998).

El grano para consumo y la semilla se debe almacenar en lugares frescos (10- 12°C) y secos, con 60 % de humedad relativa, libres de gorgojo y con humedad en el grano inferior al 13 % (Peralta et al., 1998).

Parker (2000) indica que si el frejol se recolecta con una humedad superior al 20 o 22%, el almacenaje solamente puede durar pocos días. Si el frejol es recolectado con una humedad comprendida entre 16 y 18% el almacenaje es bastante seguro durante varios meses; para un almacenaje a largo plazo el porcentaje de la humedad debe ser del 15%. Limblad y Druben (1981) mencionan que el contenido máximo de humedad para un almacenamiento de un año a una humedad relativa de 70% y a una temperatura de 27°C, el frejol debe tener una humedad del 15%.

8.3.10 Rendimiento

Meneses et al. (1996) mencionan que los rendimientos varían de acuerdo con el cultivar, las condiciones agroclimáticas y el sistema de cultivo. Con cultivares arbustivos se han logrado obtener rendimientos entre 1.200 y 2.500 kg/ha en los valles intermedios. En ambientes de llanura oriental el rendimiento oscila entre 800 y 2.000 kg/ha de frejol arbustivo. Los rendimientos de frejol voluble o trepador es de 1.200 y 3.000 kg/ha.

A nivel nacional, Almendras (1995) reporta que después de evaluar ocho genotipos en seis ambientes de los valles y llanos de Bolivia (Mizque y San Benito en Cochabamba; Ancón en Tarija; Vallecito y Mairana en Santa Cruz; y Sapecho en La Paz), concluyeron que Mizque produjo mejor rendimiento con 1.730 kg/ha, seguidamente por Ancón con 1.691 kg/ha y por último el Vallecito y Mairana con 1.139 kg/ha.

8.4 Variedades

En Bolivia este cultivo se siembra en la llanura con variedades arbustivas, mientras que en los valles se encuentran variedades arbustivos y volubles (Ortubé et al., 1996).

En la zona de Caranavi, se realizó un experimento de evaluación de 10 variedades de frejol, siendo el material evaluado, los siguientes: Charolito, Rab – 224, Bat – 76, Carioca, Xan –202, Sel - 1, Arrocito, Mantequilla mairana, F1 - 69 y Carioca mairana. Después de la evaluación, las variedades que lograron mejores rendimientos fueron la Carioca mairana con 0,66 t/ha⁻¹ y carioca con 0,59 t/ha⁻¹ (Mantilla, 1995).

Vicente, (2003) encontró que la variedad Mantequilla mairana y Carioca mairana tienen 92 y 96 días a la cosecha respectivamente. Además, sus rendimientos son de 753.14 y 644.86 kg/ha⁻¹ para las variedades Carioca mairana y Mantequilla mairana respectivamente.

IX. MATERIALES Y METODOS

9.1 Localización de la investigación

Esta investigación se llevó a cabo durante los meses de junio a septiembre de 2012 en estación invernal o época seca, en la Comunidad Pariguaya sector Illimani, segunda sección del Municipio de Irupana, perteneciente a la Provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz. La Comunidad se encuentra a unos 135 km de la ciudad de La Paz.

En términos geográficos se halla ubicada a 16° 38' 36" de latitud sur y 67° 37' 30" de longitud oeste, con una altitud de 2029 msnm (figura 1). Esta figura indica la ubicación de la Comunidad, el cual fue extractado del Instituto Nacional de Estadística (INE), 2001.



Figura 2. Mapa de ubicación del ensayo: País Bolivia, Departamento de La Paz, Provincia Sud Yungas, Segunda Sección Irupana, Comunidad Pariguaya

9.2 Condiciones agroecológicas

9.2.1 Clima

La temperatura promedio anual es de 18,5 °C presentando una precipitación anual de 861.6 mm, la mayor acumulación se presenta entre los meses de diciembre a marzo, datos correspondientes a la estación climática de Lambate del Municipio de Irupana (SENAMHI, 2011).

9.2.2 Fisiografía y topografía

En los pisos Cordillera y Valles (del sector Illimani) las pendientes son bastante pronunciadas y en algunos casos moderadas, a medida que se desciende se van formando encañadas por la presencia de ríos provenientes del deshielo del nevado Illimani y Mururata, formando ríos como el Chungamayu y otros. La presencia de planicies es muy reducida y se localizan con mayor frecuencia en laderas o a inicios de riachuelos como Tres Ríos, Totoral, Pariguaya y Taca

De acuerdo al PLUS del Departamento de La Paz, el sureste del nevado Illimani, colindante con la Comunidad Luribay, corresponde a tierras de uso agrícola y frutícola extensivos, donde las pendientes son inclinadas a muy escarpadas, suelos muy poco a poco profundos, textura franco arenosos a arcillosos, de buena a regular fertilidad muy susceptibles a la erosión hídrica.

9.2.3 Caracterización socio-económica

Según el PDM (2005-2010) del Municipio de Irupana, la Comunidad Pariguaya cuenta con una población aproximada de 60 familias, cada familia consta con un promedio de 5 miembros, totalizando 300 habitantes.

Cada familia, cuenta con un promedio 3 – 8 hectáreas de terreno, en la cual la mayoría tiene su título de propiedad que es otorgada por el INRA.

La mayoría de estas tierras se encuentran moderadamente a gravemente degradadas, disminuyendo el rendimiento de los cultivos y por ende los ingresos económicos de las familias de la Comunidad.

La mayor parte de la Comunidad obtiene sus ingresos económicos tanto de la minería como de los cultivos agrícolas, los principales cultivos de producción son: locoto, tomate, en la que existe un abuso de agroquímicos por tanto una degradación del suelo, otros cultivos para consumo se tiene al maíz, arveja, papa en menor proporción.

9.3 Materiales

9.3.1 Material de Gabinete

- Balanza analítica
- Computadora personal
- Paquete estadístico SPSS
- Regla de 60 cm y otros

9.3.2 Material de Campo

- Yunta
- Arado egipcio
- Yugo
- Pico y Chontilla
- Cinta métrica (30m)
- Estacas de 70 cm
- Cordón para delimitar
- Cámara fotográfica
- Bolsas
- Libreta de campo
- Planillas
- Pintura
- Madera
- Marbetes

9.3.3 Material Biológico

En la investigación se trabajó con tres variedades de frejol e inoculante, provenientes del Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito”, Santa Cruz las cuales fueron:



Figura 3. Semilla de frejol para la siembra

a. Variedad Rojo Oriental (Fernández, 1993)

Esta variedad tiene un origen Brasileiro, su adaptación es de 500 – 2500 msnm, habito de crecimiento determinado arbustivo (Tipo I), floración a los 39 a 45 días, la madurez fisiológica de 72 a 76 días, la cosecha en seco es de 87 a 90 días, con una altura promedio de planta de 52 cm. aproximadamente, la flor es de color blanco, el color de grano es rojo con pintas blancas, la forma de grano es alargado arriñonado y el tamaño del grano es grande.

b. Variedad Carioca (Fernández, 1993)

Variedad de origen Brasileiro, su adaptación es de 200 – 2500 msnm, habito de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II), floración de 44 a 47 días, la madurez fisiológica de 74 a 77 días, la cosecha en seco es de 92 a 95 días, con una altura promedio de planta de 76 cm, la flor es de color blanco, el color de grano es crema rayada, la forma de grano es ovoide y el tamaño del grano es pequeño.

c. Variedad Mantequilla (Fernández, 1993)

La variedad tiene su origen en Colombia, se adapta bien de 300 – 2500 msnm, el ciclo del cultivo es de 90 días, tiene un habito de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II), de porte erecto, prefloración a los 44 días, la madurez fisiológica a los 75 días con una altura promedio de planta de 42 cm, la flor es de color blanco, el color de grano amarillo crema, la forma de grano es arriñonado y el tamaño del grano es mediano.

d. inoculante

Para la inoculación de las variedades de frejol se utilizó el inoculante *Rhizobium leguminosarum* biovar. *Phaseoli* proveniente de Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) de la Ciudad de Santa Cruz.

9.4 Metodología

9.4.1 Manejo agronómico del ensayo

9.4.1.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó dos semanas antes de la siembra de forma convencional empezando con el removido del suelo con tracción animal, posteriormente con la limpieza o recojo del rastrojo en forma manual con ayuda de una chontilla.

9.4.1.2 Recolección de muestras de suelo

Se realizó un muestreo para el análisis de suelo, previo al establecimiento del ensayo con el fin de obtener información de las propiedades químicas (nitrógeno, fosforo, potasio, materia orgánica, conductividad eléctrica, pH) y propiedad física (textura).

La muestra del suelo, se tomó en forma aleatoria a 25 cm. de profundidad; para su posterior mezclado y cuarteo, procediendo al embolsado y etiquetado para su análisis físico-químico en el Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear (IBTEN), (Anexo 1). También se tomó muestras de suelo después de la cosecha para cada tratamiento de la misma forma descrita anteriormente.

9.4.1.3 Inoculación de las semillas

Se disolvió 250 gr. de *Rhizobium leguminosarum* biovar. *Phaseoli* en 250 ml de agua; posteriormente se mezcló cuidadosamente las semillas con el inoculante de cada variedad sobre un plástico, dejándolas secar bajo sombra por un tiempo (20 min.) para su posterior siembra.

9.4.1.4 Siembra

Un día antes de la siembra se procedió a regar el suelo ya que se sembró en época seca, la siembra se realizó de manera manual el día 9 de junio de 2012, depositando de 2 a 3 semillas por sitio con una distancia entre surco de 0.4 m y 0.3 m entre plantas.

9.4.1.5 Labores Culturales

- a) Raleo:** a las dos semanas de haber germinado la semilla, se procedió al raleo de forma manual con la finalidad de que no exista una competencia de nutrientes.
- b) Deshierbe:** se realizó un primer control de malezas a los 15 días después de la siembra, siendo este el periodo más crítico del cultivo, en el que puede ser afectado por malezas, se efectuó un segundo control a los 30 días después de la siembra. El método de control de malezas usado fue el mecánico, mediante la utilización de una chontilla.
- c) Aporcado:** Esta actividad se realizó juntamente con el deshierbe, para que la planta aproveche mejor los nutrientes.
- d) Control de plagas y enfermedades:** En relación al control de plagas no fueron necesarios ya que las plagas aparecieron a la segunda semana de siembra, una vez desmalezado desaparecieron las plagas, no se tuvo presencia de enfermedades.
- e) Riego:** por tratarse de un cultivo sembrado en época seca el riego se realizó una vez por semana por el método de inundación.

9.4.1.6 Cosecha

Según las variedades de frejol, se realizó una cosecha escalonada, ya concluida el ciclo del cultivo a los 71, 76 y 87 días después de la siembra, teniendo presente que el grano estuviera con el porcentaje de humedad requerido.

La cosecha fue realizada de forma manual, procediendo al arrancado, trillado y posteriormente al venteado, la producción de grano para cada una de las parcelas útiles fue pesada y ajustada al 13 % de humedad y reflejada en kg/ha.

9.4.2 Variables

9.4.2.1 Variables Agronómicas

9.4.2.1.1 Porcentaje de germinación

La evaluación de la germinación del cultivo, se realizó a los nueve días después de efectuar la siembra, una vez que empezaron a germinar las semillas, luego se contó el número total de semillas germinadas por unidad experimental, donde se procedió a convertir en porcentajes.

9.4.2.1.2 Días a la floración

Para evaluar la variable Días a la Floración, se calculó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las poblaciones en estudio presentaron al menos una flor abierta en el 50% de las plantas, (CIAT, 1987).

9.4.2.1.3 Altura de planta (cm)

Para el cálculo de la Altura de planta, se tomaron 10 plantas al azar por cada parcela útil, basándose en la longitud de la planta, midiendo desde el nivel del suelo hasta la punta del ápice de la planta mediante el uso de una regla métrica.

9.4.2.1.4 Diámetro de tallo (mm)

Para evaluar la variable Diámetro de tallo, se procedió a medir el grosor de tallo, desde la base, tomando 10 plantas al azar con ayuda de un vernier.

9.4.2.1.5 Número de vainas por planta

El conteo de número de vainas por planta, fue realizado en el campo a los 71, 76 y 87 días después de la siembra, una vez que el total de plantas ha llegado a llenar los granos en sus vainas, tomando 10 plantas al azar por parcela útil y determinando su promedio.

9.4.2.1.6 Número de granos por vaina

Esta variable fue registrada a los 71, 76 y 87 días después de la siembra, cuantificando los granos de las vainas de 10 plantas tomadas al azar por cada parcela útil y luego se determinó un promedio.

9.4.2.1.7 Rendimiento de grano (Kg/Ha)

Para determinar el rendimiento de grano seco (Kg/ha), se computo el peso total de cultivo cosechado de cada unidad experimental útil, luego fue expresado en kilogramos por hectárea (Kg/Ha).

Se cosechó cada unidad experimental útil, luego se realizó el trillado y venteado según la unidad de cada tratamiento y bloque. El grano fue llevado en bolsas de plástico y pesado en una balanza electrónica.

9.4.2.1.8 Días a la cosecha

Esta variable se determinó realizando el conteo de días desde la siembra, que coincidió con el inicio de la etapa de desarrollo R9 (madurez fisiológica), cuando el 50 % de las plantas de cada parcela útil alcanzaron su madurez fisiológica.

9.4.2.1.9 Número de nódulos

La evaluación de esta variable, se realizó en R6 (floración) en la cual en esta etapa las plantas alcanzaron niveles máximos en el número y masa de los nódulos. Se excavo las plantas del borde de la parcela útil, separando cuidadosamente la raíz del suelo, para verificar y cuantificar el número de nódulos por planta.

9.4.2.2 Análisis del Beneficio/Costo

Se ha calculado, el costo de producción en el egreso e ingreso de recursos, para determinar el Beneficio/Costo en la producción del cultivo, según cada tratamiento y su rentabilidad.

Los detalles del cálculo de costos por tratamiento se encuentran en anexos.

9.4.3 Descripción del trabajo experimental

4.4.4.1 Diseño experimental

Para este estudio se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con Arreglo en Parcelas Divididas, por las condiciones del área experimental, ubicado en un lugar con una pendiente aproximada de 25% (Ochoa, 2007). Además se acomoda el diseño en las parcelas con inoculante (parcela mayor) en un lado y sin inoculante en otro lado para minimizar la posibilidad de contaminación.

El Modelo Lineal Aditivo del diseño fue:

$$Y_{ijk} = \mu + k + i + ik + j + ij + ijk$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Una observación cualquiera
- μ = Media poblacional
- k = Efecto del k -ésimo bloque
- i = Efecto del i -ésimo factor A (aplicación de inoculante)
- ik = Error A debido a la parcela mayor
- j = Efecto de la j -ésimo factor B (variedad)
- ij = Efecto de la interacción del i -ésimo aplicación de inoculante y la j -ésimo variedad
- ijk = Error B debido a las sub parcelas

4.4.4.6 Factores de estudio

Los factores a evaluar fueron: aplicación de inoculante que representa la parcela mayor y las variedades que representa las sub parcelas de la siguiente manera:

Factor A:	aplicación de inoculante	Factor B:	Variedades de frejol
a1=	Con inoculante	b1=	Rojo oriental
a2=	Sin inoculante	b2=	Carioca
		b3=	Mantequilla

4.4.4.7 Descripción de los tratamientos

Tabla1. Descripción de los tratamientos, Comunidad Pariguaya 2012

Tratamiento	Aplicación de inoculante	Variedades
T1 (a1b1)	Inoculante	Rojo oriental
T2 (a1b2)	Inoculante	Carioca
T3 (a1b3)	Inoculante	Mantequilla
T4 (a2b1)	Sin inoculante	Rojo oriental
T5 (a2b2)	Sin inoculante	Carioca
T6 (a2b3)	Sin inoculante	Mantequilla

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4.8 Dimensiones del área experimental

El área experimental tuvo las siguientes características y dimensiones:

El experimento ocupó un área bruta total de **178.25 m²** (15,5 x 11,5 m)

Se conformaron **24** parcelas.

Número de bloques: **4**

Área neta por parcela: **1.51 m²**

Área neta total: **36,24 m²**

Ancho de pasillos: **0,50 m**

Largo de la parcela: **2.5 m**

Ancho de la parcela: **2.5 m**

Número de surcos por parcelas: **7**

Número de plantas por surcos: **9**

Número de plantas por parcelas: **63**

Número de plantas en el experimento: **1.512**

Número de plantas por tratamiento: **63**

Número de repeticiones por tratamiento: **4**

Marco de siembra utilizado **0.30 X 0.40 m**

Número de plantas en el área de cálculo: **15**

4.4.4.9 Croquis del experimento

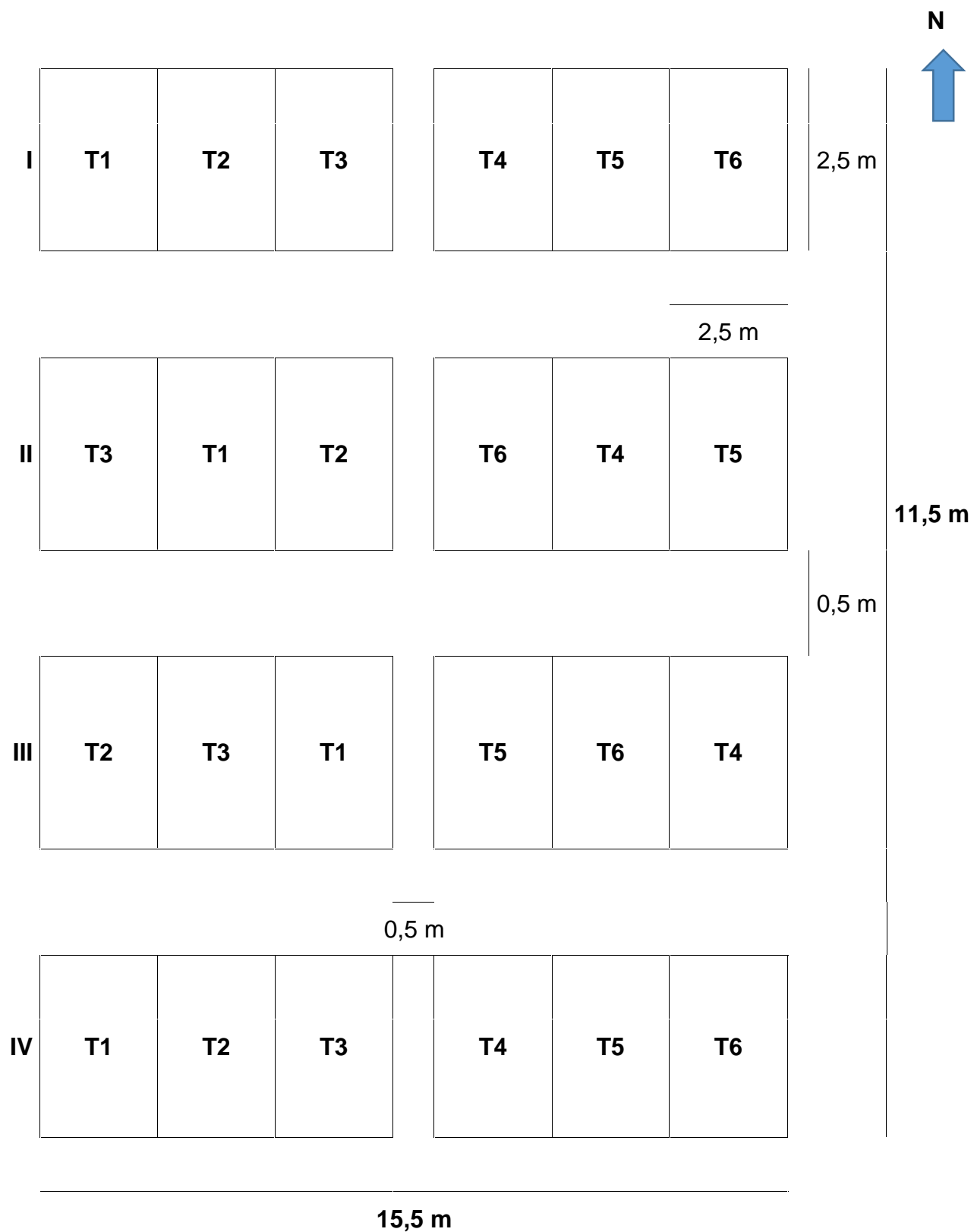


Figura 4. Croquis del Área Experimental

X. RESULTADOS Y DISCUSION

5.2 Efecto de los tratamientos sobre el Suelo

5.2.1 Suelo testigo (antes de la siembra)

El suelo o terreno donde se realizó la investigación del cultivo de frejol, muestra características y propiedades físicas, químicas y biológicas que determina en gran medida el comportamiento y rendimiento de los cultivos, por lo que se muestra los resultados del análisis de suelo antes de realizar la siembra.

Cuadro 4. Análisis físico – químico del suelo (Comunidad Pariguaya)

PARAMETRO		UNIDADES	RESULTADOS
TEXTURA	ARENA	%	49
	ARCILLA	%	28
	LIMO	%	23
	CLASE TEXTURAL		FYA
	GRAVA	%	14,6
PH en agua 1:5			6,04
Conductividad eléctrica en agua, 1:5		dS/m	0,066
CATIONES DE CAMBIO	Calcio	meq/100g	7,3
	Magnesio	meq/100g	2,29
	Sodio	meq/100g	0,37
	Potasio	meq/100g	0,42
CIC		meq/100g	10,38
Materia Orgánica		%	2,26
Nitrógeno Total		%	0,19
Fosforo asimilable		ppm	48,16

Fuente: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (2012).

El cultivo de frejol, se adapta a una gran cantidad de condiciones de suelo, topografía y de siembra, en zonas de montaña y de valles interandinos (Arias *et al.*, 2007).

En el cuadro 4, se muestra el análisis químico del suelo con un pH de 6,04 el cual se halla dentro el parámetro descrito por Meneses et al (1996), que menciona que el pH de suelos debe estar entre 5.0 y 7.5, la FAO (2007) menciona un rango de 5,5 a 6,5 de pH, en este estudio de campo el pH se encuentra entre los rangos mencionados por los autores.

Vigliola et al. (1992), mencionan que esta planta se desarrolla mejor en suelos sueltos, franco a franco – arenosos. Este cultivo no resiste condiciones de salinidad ni alcalinidad, obtniéndose en la presente investigación sin contenido de sales (0,066 dS m). El nivel de materia orgánica en el suelo fue medio, lo cual fue propicio para el cultivo de frejol, esto es corroborado por Ortube et al., (1996) mencionan que es recomendable tener niveles aceptables de materia orgánica en el suelo.

En cuanto al nitrógeno de acuerdo a las recomendaciones de Arias et al. (2007) y la FAO (2007) consideran la riqueza del nitrógeno entre el rango de 0,15 a 0,25% como un valor mediano, siendo el cultivo de frejol considerado como de baja fijación de nitrógeno atmosférico, entonces se justifica la aplicación de inoculante.

Molina (2007), menciona que el contenido de bases intercambiables (Ca, Mg y K) define en gran parte el grado de fertilidad del suelo, un rango de 5 a 12 meq/100g es considerado como un valor medio, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se concluye que el suelo presenta una fertilidad media (10,38 meq/100g).

5.2.2 Suelo con tratamientos (después de la siembra)

Al realizar el análisis del suelo antes y después de la cosecha con la aplicación de inoculante para la producción de frejol, podemos evidenciar que se presentaron diferencias entre los resultados reportados, tal como muestra el cuadro siguiente:

Cuadro 5. Análisis físico – químico del suelo (Comunidad Pariguaya)

PARAMETRO		UNIDADES	CON INOCULANTE			SIN INOCULANTE		
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
CATIONES DE CAMBIO	Calcio	meq/100g	7,95	8,02	7,57	9,24	8,65	9,75
	Magnesio	meq/100g	2,37	2,33	2,54	2,73	2,76	2,56
	Sodio	meq/100g	0,4	0,46	0,31	0,41	0,55	0,42
	Potasio	meq/100g	0,66	0,59	0,52	0,62	0,56	0,69
CIC		meq/100g	11,38	11,40	10,94	13,00	12,52	13,43
Materia Orgánica		%	2,48	2,71	2,69	2,84	2,36	2,93
Nitrógeno Total		%	0,17	0,18	0,18	0,19	0,16	0,20
Fosforo asimilable		ppm	51,17	43,30	64,78	44,95	42,67	64,02

Fuente: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (2012).

El contenido de bases intercambiables en los tratamientos con inoculante se elevó ligeramente de 10.94 a 11.40 meq/100g en comparación al testigo de 10,38 meq/100g, lo que significa que es un aumento mínimo que no afecta al cultivo.

Con relación a la materia orgánica se puede evidenciar un ligero aumento de 2.48 a 2.71% en tratamientos con la aplicación de inoculante con respecto al testigo de 2.26%, lo que indica que la acción de los microorganismos actuaron sobre el suelo; desdoblaron y consumieron la materia orgánica presente en el suelo, mientras que los tratamientos sin la aplicación de inoculante tienen un aumento de 2.36 a 2.93% en materia orgánica.

El análisis del suelo antes de la siembra reportó valores de 48.16 ppm. en contenido de fosforo, en tanto que después de la cosecha este valor se elevó en dos variedades aplicadas con inoculante en 51.17 y 64,78 ppm., por otro lado, en variedades sin la aplicación de inoculante aumento el contenido de fosforo, solo en el T6 en 64.02, estos valores de fosforo se debe probablemente a la actividad de los microorganismos, que desdoblan a la materia orgánica y la descomponen, por otro lado también podría deberse a aplicaciones de fertilizantes en anteriores cultivos.

5.3 Variables agronómicas

5.3.1 Porcentaje de germinación

En el Cuadro 6, se observa los resultados del análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación. Se determinó que no existe diferencias del factor inoculo en la aplicación de inoculante, por tanto, se puede utilizar o no el inoculo para la producción de frejol.

El factor variedades muestra diferencias altamente significativas, es decir que al inicio del ciclo del cultivo existe diferencias entre variedades.

Cuadro 6. Análisis de varianza para el variable porcentaje de germinación

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	83,458	27,819	1,163	0,364	NS
INOCULO	1	22,042	22,042	0,922	0,356	NS
ERROR A	3	72,792	24,264			
VARIETADES	2	843,250	421,625	17,629	0,000	**
INOCULO*VARIETADES	2	9,083	4,542	0,190	0,829	NS
ERROR B	12	287,000	23,917			
TOTAL	23	1317,625				

*G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; (**)= altamente significativo; NS= no significativo. CV= 5,18 %*

También se observa que la interacción de los factores: aplicación de inoculante y variedades, resulto ser no significativa a un nivel de significancia de 5%, lo que muestra que estos factores no influyen mutuamente, por lo tanto no hay un efecto modificador sobre el porcentaje de germinación.

En lo referente al valor del coeficiente de variación (5,18%) se puede señalar que se encuentra dentro el rango recomendado para trabajos de experimentación agrícola.

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, realizada para el factor variedades, determina que para las variedades (Rojo Oriental, Mantequilla y Carioca), se obtuvo diferentes promedios para el porcentaje de germinación del cultivo de frejol.

Cuadro 7. Promedio de porcentaje de germinación (Duncan 5%)

Variedades	Medias	Prueba Duncan
Rojo Oriental	98,88	A
Mantequilla	98,25	A
Carioca	86,00	B

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba Duncan al 5% en el Cuadro 7 y la Figura 5, se observa en la variable porcentaje de germinación, se forman dos grupos, el primero las variedades Rojo Oriental, Mantequilla y el segundo la variedad Carioca, el primer grupo obtuvo un mayor promedio (Rojo Oriental y Mantequilla) donde no muestran diferencia significativa entre sí; siendo significativamente diferente al segundo grupo (Carioca).



Figura 5. Porcentaje de germinación para el factor variedades

La Figura 5, muestra que las variedades Rojo Oriental y Mantequilla tienen mayor porcentaje de germinación mientras que la variedad Carioca tiene menor porcentaje de germinación con un 86 %.

De acuerdo a Gutiérrez (2009), encontró que la variedad Carioca y Rojo Oriental tuvo un porcentaje de germinación de 98,96 y 80% en Carmen pampa Coroico.

Según Barriga (2002), los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de los primeros pares de cotiledones fue de 6 a 8 días para la variedad Carioca mairana mientras para la variedad Rojo Oriental, expresándose el mismo autor que el porcentaje de emergencia estuvo en 90 y 95%, notándose una leve superioridad de Carioca mairana con relación al Rojo Oriental.

En el ensayo de campo se puede ver que los resultados fueron lo contrario con los obtenidos por los autores de otros trabajos esto seguramente se debe a las condiciones climáticas.

5.3.2 Días a la floración

Con respecto a la fecundación, casi todas las leguminosas presentan autopolinización, existen algunas que se polinizan por cleistogamia o sea que la polinización se realiza cuando la flor aún está cerrada. La abundante floración que generalmente se presenta en las leguminosas, está determinada por la luz. A pesar que muchas flores no llegan a fructificar, los frutos jóvenes tiende a caerse antes de la maduración y frecuentemente las vainas son muy dehiscentes. Además las leguminosas tienen una floración muy escalonada, es decir que se prolonga bastante tiempo. Todo lo anterior dificulta la cosecha y ocasiona rendimientos bajos e irregulares (Binder, 1997).

Como se puede observar en el Cuadro 8, los resultados del análisis de varianza para la variable días a la floración. Se determinó que existen diferencias altamente significativas en la aplicación de inoculante, es decir que la aplicación de inoculante influye en la variable días a la floración.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable días a la floración

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	4,125	1,375	1,800	0,201	NS
INOCULO	1	9,375	9,375	12,273	0,004	**
ERROR A	3	6,458	2,153			
VARIEDADES	2	650,583	325,292	425,836	0,000	**
INOCULO*VARIEDADES	2	2,250	1,125	1,473	0,268	NS
ERROR B	12	9,167	0,764			
TOTAL	23	681,958				

G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; (**)= altamente significativo; NS= no significativo. CV= 2,56%

Como se observa en la figura 6, el análisis realizado para el factor aplicación de inoculante se encontraron diferencias altamente significativas, en la cual las variedades que no se aplicó inoculante, muestra mayor días a la floración con una diferencia de un día en comparación a las variedades aplicadas con inoculante.

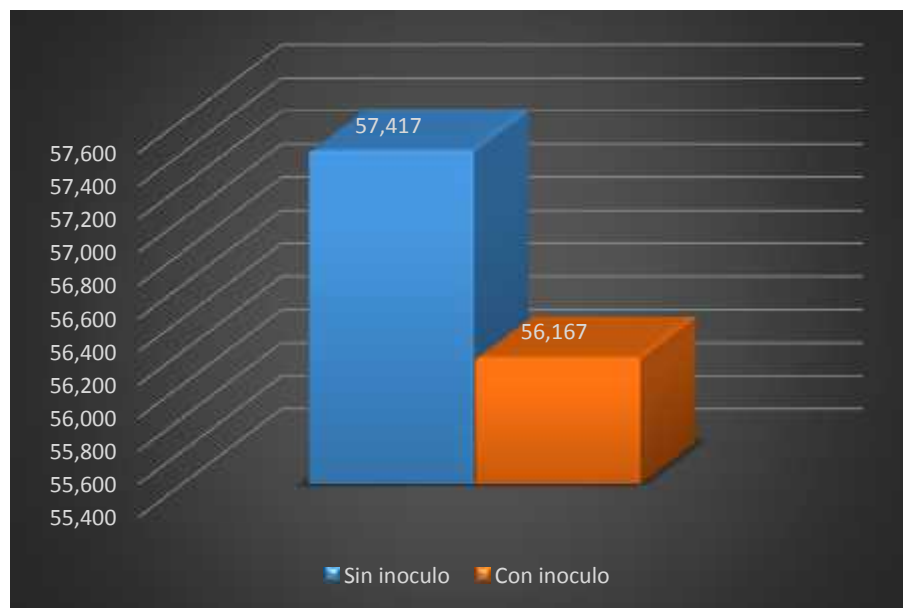


Figura 6. Días a la floración para el factor aplicación de inoculante

En cuanto a la interacción de ambos factores el análisis nos muestra que existen efectos no significativos, lo cual indica que en la variable días a la floración no se ve influenciada por la acción de ambos factores, es decir que el factor aplicación de inoculante no depende de la acción del factor variedades o viceversa.

En lo referido al valor del coeficiente de variación de 2,56%, se puede señalar que se encuentra dentro el rango recomendado para trabajos de experimentación.

Debido a que los resultados reflejaron diferencias significativas, se presenta a continuación, en el cuadro 9, la prueba de medias respectiva. Para tal efecto, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan a un nivel de significancia del 5%.

Cuadro 9. Promedio de días a la floración (Duncan 5%)

Variedades	Medias	Prueba Duncan
Rojo Oriental	51,00	A
Carioca	55,75	B
Mantequilla	63,63	C

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro se observa la formación de tres grupos diferentes entre sí, el primero, formado por la variedad Rojo Oriental, obtuvo el menor número de días a la floración; el segundo grupo formado por la variedad Carioca obtuvo un promedio de 55,75 días a la floración, el último grupo se conformó de la variedad Mantequilla, la cual obtuvo el mayor número de días a la floración. Para una mejor interpretación, se presenta a continuación la figura 7.

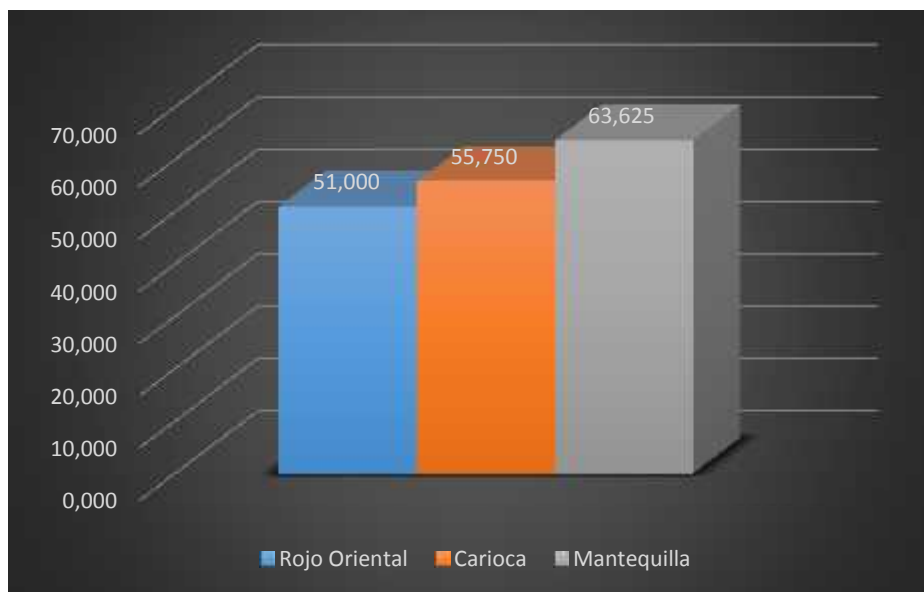


Figura 7. Días a la floración para el factor variedades

Claramente se puede observar que la variedad Mantequilla obtuvo el mayor número de días a la floración, con un promedio de 63,63 días; por el contrario la variedad Rojo oriental llegó a florecer en tan solo 51 días.

De acuerdo a Fernández, (1993), ver anexo, las variedades Carioca y Mantequilla obtuvieron 45 y 44 días a la floración, las indicaciones técnicas del Centro de Investigación Fitoecogenéticas de Pairumani – Cochabamba (CIF - Pairumani), la variedad Carioca inicia su floración a los 52 días respectivamente.

Gutiérrez, (2009) en la Comunidad de Carmen Pampa (Coroico-La Paz) encontró un número de días a la floración de 89,8 y 90,42 días para las variedades Rojo Oriental y Carioca respectivamente. Este acortamiento en el número de días a la floración en el lugar de ensayo, probablemente fue debido a las condiciones climáticas del lugar. Esto es corroborado por Fernández *et al.*, (1985) mencionado por Ortube *et al.*, (1996) que indica que el ciclo biológico del frejol cambia según el tipo de germoplasma y las condiciones climáticas que acompañan en su desarrollo.

5.3.3 Días a la cosecha

La diferencia presentada por los genotipos en días a la cosecha en seco, está directamente influenciada por el habito de crecimiento; los genotipos de habito II, emiten guías lo que provocan que su periodo de floración, envainamiento y madurez fisiológica se alargue, lo que retarda los días a la cosecha en seco (Shoonhoven, 1987, citado por Cevallos, 2008).

El análisis de varianza en el Cuadro 10, para la variable días a la cosecha muestra que no presenta sensibilidad a la aplicación de inoculante, es decir que no interesa si aplicamos o no el inoculante ya que se conseguirá el mismo resultado no significativo al 5%.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable días a la cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	0,333	0,111	0,138	0,935	NS
INOCULO	1	2,667	2,667	3,310	0,094	NS
ERROR A	3	1,000	0,333			
VARIEDADES	2	1033,583	516,792	641,534	0,000	**
INOCULO*VARIEDADES	2	0,083	0,042	0,052	0,950	NS
ERROR B	12	9,667	0,806			
TOTAL	23	1047,333				

*G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; (**)= altamente significativo; NS= no significativo. CV= 1,14%*

En el caso del factor variedades, esta variedad resulto estadísticamente significativa, lo que quiere decir que los días a la cosecha se comporta de diferente manera ya sea con el manejo de variedades (Rojo oriental, Mantequilla y Carioca).

El Cuadro 10, también muestra que la interacción de ambos factores, aplicación de inoculante y variedades resulto ser no significativo, indicando ello que cada factor interviene en la función de la planta de forma independiente en la variable días a la cosecha, por lo tanto, no hay un efecto modificador.

En cuanto al valor de coeficiente de variación (1,14%), se puede señalar que los datos de campo son confiables.

Para distinguir los promedios de días a la cosecha, se presenta a continuación en el cuadro 11, la comparación múltiple de medias de Duncan a un nivel de significancia del 5%.

Cuadro 11. Promedio de días a la cosecha (Duncan 5%)

Variedades	Medias	Prueba Duncan
Rojo Oriental	71,13	A
Mantequilla	76,88	B
Carioca	87,00	C

Fuente: Elaboración propia

Se pudo distinguir 3 grupos estadísticamente diferentes. El primer grupo estuvo conformado por la variedad Rojo Oriental las cuales obtuvieron el menor número de días a la cosecha; el segundo grupo, conformado únicamente por la variedad Mantequilla, obtuvo un promedio de 76,88 días a la cosecha siendo estadísticamente diferente al último grupo que obtuvo un promedio de 87 días a la cosecha.

En la figura 8, se aprecia claramente la distinción entre variedades de ciclo corto.

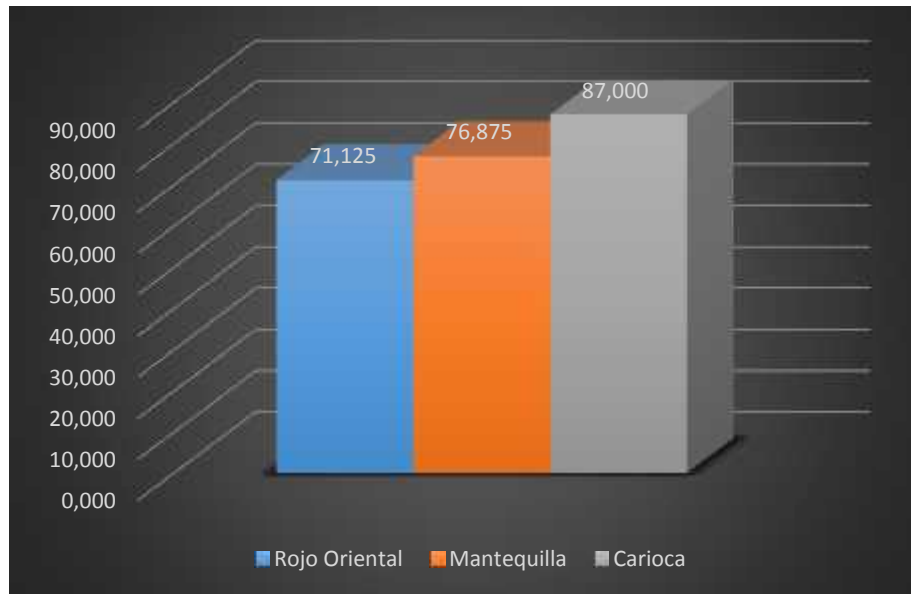


Figura 8. Días a la cosecha para el factor variedades

La variedad de ciclo más corto fue Rojo Oriental que presentó 71,13 días a la cosecha respectivamente. Por otro lado la variedad mantequilla reportó 76,87 días a la cosecha como promedio y finalmente la variedad Carioca tuvo mayor promedio de 87 días a la cosecha. Las tres variedades tienen una diferencia de 5 días entre sí.

Vicente, (2003) en la localidad de Caranavi, cuantificó aproximadamente 76 días a la cosecha fisiológica de la variedad Mantequilla mairana, la cual fue similar, al encontrado en el presente ensayo. En Carmen Pampa Coroico en el trabajo realizado por Gutiérrez, (2009) la cual obtuvo 99 y 98,25 días para las variedades Carioca y Rojo Oriental en días a la cosecha.

Estos resultados indican que las variedades de ciclo corto son de tipo arbustivo. (Ortúbe *et al.*, 1996) al respecto mencionan que los cultivares mejorados que se encuentran en zonas bajas corresponden a los de tipo arbustivo, con ciclo vegetativo bastante corto de 80 a 100 días. Los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación se encuentran en ese rango de ciclo vegetativo mencionado por dicho autor.

5.3.4 Altura de planta (cm)

La altura de la planta es una característica varietal genética y ambiental, es el resultado de números de nudos y longitud de los entrenudos (Reyes, 1992).

En el frejol la altura es muy importante, ya que algunos autores refieren de la competencia intraespecífica que se da entre el cultivo sobre la altura de las plantas, indican que en condiciones de alta presión de competencia las plantas de frejol común, elongan sus tallos para facilitar la captación de la radiación solar (Alemán, 1989, citado por Pallavicini y Valverde, 2000).

Para las observaciones realizadas en la variable altura de planta, el ANVA presenta diferencias significativas al evaluar el factor aplicación de inoculante, de igual forma el factor variedades presenta diferencias significativas entre sí.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable altura de planta

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	1019,647	339,882	34,746	0,000	**
INOCULO	1	219,373	219,373	22,427	0,000	**
ERROR A	3	114,487	38,162			
VARIEDADES	2	244,273	122,137	12,486	0,001	**
INOCULO*VARIEDADES	2	15,941	7,971	0,815	0,466	NS
ERROR B	12	117,382	9,782			
TOTAL	23	1731,103				

G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; (**)= altamente significativo; NS= no significativo. CV= 12,72%

Se observa en el Cuadro 12 que, la interacción de ambos factores nos muestra que no existen efectos estadísticos no significativos a un nivel de significancia del 5%, lo cual indica que la variable aplicación de inoculante no depende de la acción del factor variedades o viceversa.

En lo referido al valor del coeficiente de variación 12,72%, se puede señalar que se encuentra dentro el rango recomendado para trabajos de experimentación agrícola.

La figura 9, muestra la diferencia que existe con variedades sin aplicar inoculante y variedades aplicadas con inoculante, teniendo mayor altura las variedades aplicadas con inoculante siendo esta con 7 centímetros de diferencia a las variedades sin aplicación de inoculante.



Figura 9. Altura de planta para el factor aplicación de inoculante

Como la prueba ha resultado significativa entre variedades para la altura de planta, fue necesario realizar la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan, como se observa en el cuadro 13, a un 5% de significancia.

Cuadro 13. Promedio de altura de planta (Duncan 5%)

Variedades	Medias (cm)	Prueba Duncan
Rojo Oriental	20,55	A
Carioca	24,86	B
Mantequilla	28,35	C

Fuente: Elaboración propia

Claramente se puede observar la formación de tres grupos, donde se presentó diferencias estadísticas entre grupos. El primer grupo representado por la variedad Rojo Oriental, obtuvo el menor promedio de altura de planta; el segundo grupo formado por la variedad Carioca con un promedio de 24,86 cm y el último grupo es la variedad Mantequilla con un promedio mayor.

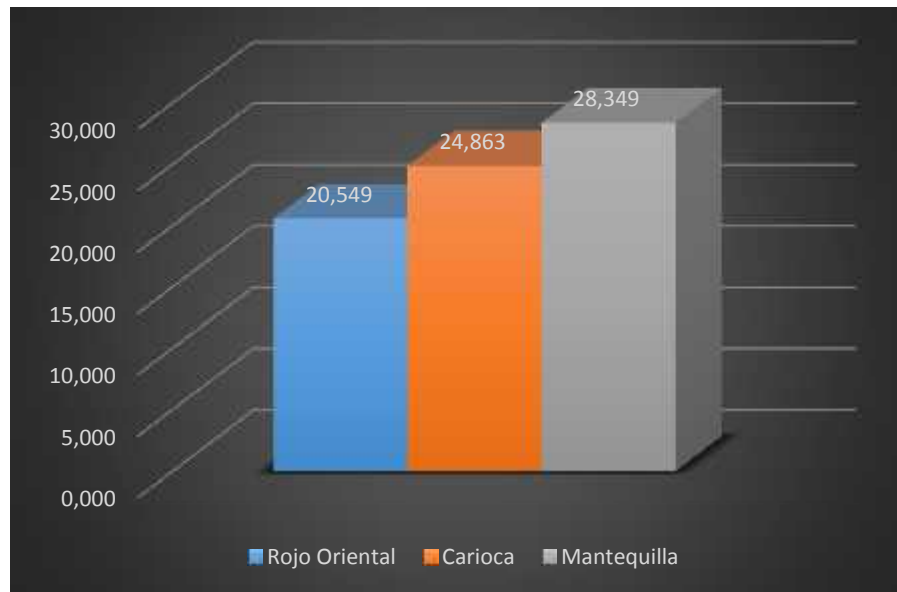


Figura 10. Altura de planta para el factor variedades

La mayor altura de planta fue alcanzada por la variedad Mantequilla, que obtuvo un promedio de 28,86 cm y la variedad Rojo Oriental obtuvo la menor altura de planta, con un promedio de 20,51 cm.

En la Comunidad Carmen Pampa del Municipio de Coroico, Gutiérrez, (2009) determinó un promedio de altura de planta de 20,25 cm. y 18,36 cm. para las variedades Rojo Oriental y Carioca respectivamente.

Barriga (2002) expresa que la variedad Carioca ha alcanzado una mayor altura de 53,81 cm, que la variedad Rojo Oriental con 42,19 el autor señala que la diferencia entre las dos variedades se debe al factor genético.

En este caso, el habito de crecimiento desde el inicio de la fase reproductiva notándose que el tallo presenta a lo largo de su estructura diferentes niveles de los órganos vegetativos y reproductores, sucediendo un cambio en la disposición de las ramas y un desarrollo característico de la parte terminal, la variedad Carioca mairana termina en una guía típica y la variedad Rojo Oriental en un racimo floral. Se supone que la diferencia entre la velocidad de crecimiento entre las variedades en estudio, se debe también a factores genéticos.

5.3.5 Numero de vainas por planta

Es influenciado por los factores ambientales (temperatura, viento y agua), en la época de floración y por el estado nutricional durante la fase de formación de vainas y granos, siempre está relacionado con el rendimiento (Moraga & López, 1993).

El número de vainas por planta, está en dependencia del número de flores que tengan las plantas. Sin embargo, un mayor número de vainas por planta puede provocar reducción en el número de granos por vaina, peso en los granos y por lo tanto reducir el rendimiento. Además, se menciona que el número de vainas por planta es uno de los parámetros que mayor relación tiene con el rendimiento (Tapia, 1987).

Como se puede apreciar en el Cuadro 14, El resultado del análisis de varianza correspondiente a la variable número de vainas por planta, muestra que existen diferencias significativas en la aplicación de inoculante. Es decir que con la aplicación o no de inoculante se tienen diferencias en el número de vainas que son estadísticamente diferentes.

Cuadro14. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	56,885	18,962	7,738	0,004	**
INOCULO	1	14,10666667	14,107	5,757	0,034	*
ERROR A	3	40,36	13,453			
VARIEDADES	2	293,6425	146,821	59,917	0,000	**
INOCULO*VARIEDADES	2	4,365833333	2,183	0,891	0,436	NS
ERROR B	12	29,405	2,450			
TOTAL	23	438,765				

G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; ()= significativo; (**)= altamente significativo; NS= no significativo. CV= 12,75 %*

En el análisis de varianza se evidencian diferencias significativas al 5% de probabilidad, por el factor variedades, mostrando de esta manera que las variedades (Rojo Oriental, Mantequilla y Carioca), afectan al comportamiento en cuanto a número de vainas por planta.

La interacción de los factores aplicación de inoculante y variedades resulto ser no significativo, mostrando que estos factores no se influyen mutuamente en el número de vainas por planta.

El valor de 12,75% del coeficiente de variación indica la desviación de los datos en relación a la media, lo que quiere decir que la obtención de los datos son válidos pues el experimento se desarrolló acorde a un adecuado manejo.

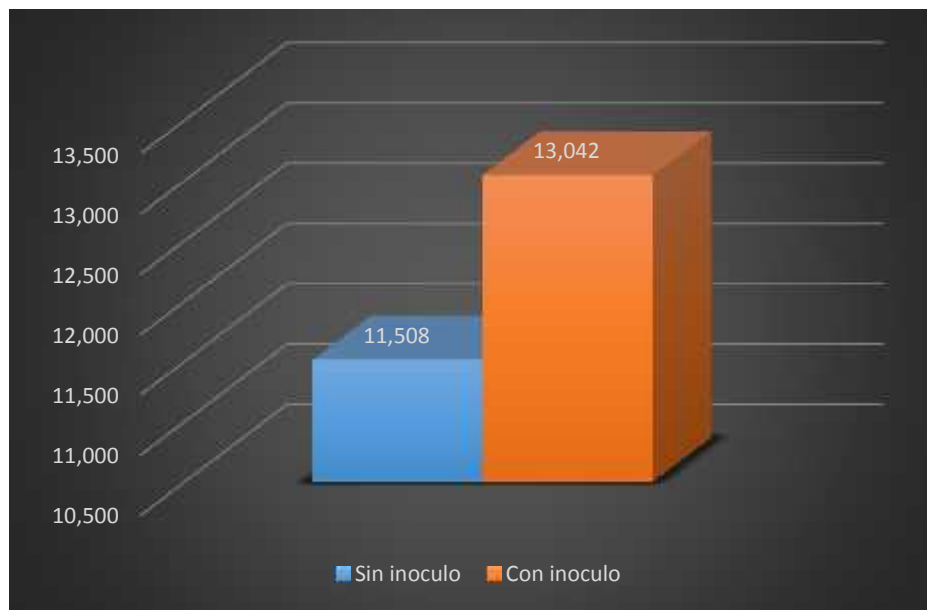


Figura 11. Numero de vainas por planta para el factor aplicación de inoculante

Según la prueba Duncan al 5% (Figura 11), se observa que entre las semillas inoculadas con fijadores de nitrógeno con las semillas sin inoculación, existió una diferencia significativa, donde las semillas con inoculación lograron tener mayor número de vainas por planta de 13,04 que las no inoculadas de 11,51 vainas por planta. Asimismo la inoculación de las semillas favoreció la fijación de nitrógeno por las bacterias.

Por la significancia en esta variable, a continuación se presenta la prueba de Duncan en el cuadro 15, para la comparación de promedios de número de vainas por planta, a un 95% de nivel de confianza.

Cuadro 15. Promedio de numero de vainas por planta (Duncan 5%)

Variedades	Medias	Prueba Duncan
Carioca	17,18	A
Rojo Oriental	10,41	B
Mantequilla	9,24	B

Fuente: Elaboración propia

En forma general, las variedades formaron 2 grupos estadísticamente diferentes entre si. El primer grupo conformado por la variedad Carioca que llego a obtener el mayor promedio de número de vainas por planta, el segundo grupo a las variedades Rojo Oriental y Mantequilla, las cuales obtuvieron un promedio de 9,82. La figura 12, presenta el comportamiento de este componente del rendimiento en las tres variedades de frejol.

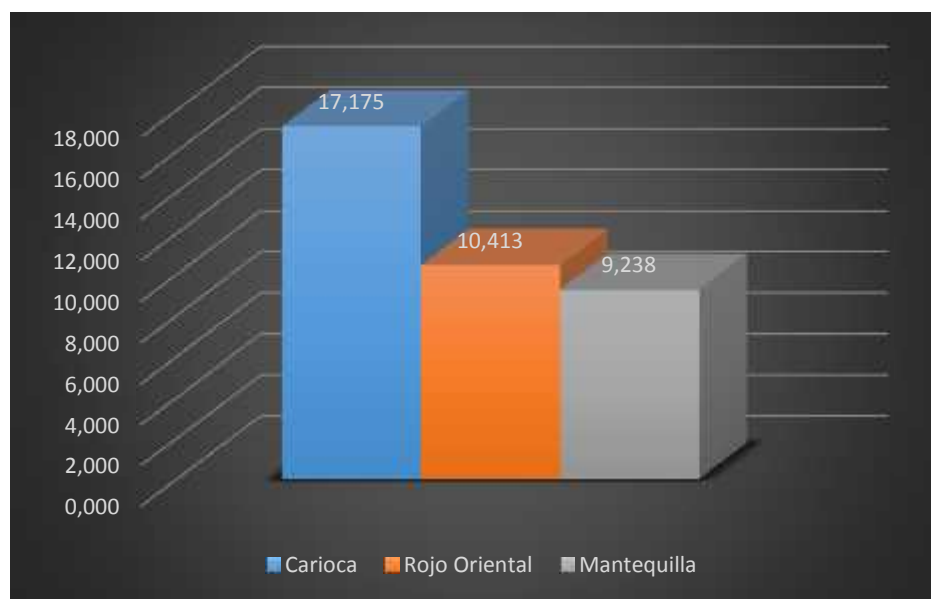


Figura 12. Numero de vainas por planta para el factor variedades

La variedad Carioca, con un promedio de 17,17 vainas por planta, represento el mayor promedio para esta variable; la variedad mantequilla por el contrario, reporto el menor valor, con un promedio de apenas 9,23 vainas por planta.

Mantilla, (1995) determinó que el número de vainas por planta cambia según el lugar en que se siembra el frejol, conforme a sus resultados, la variedad Carioca 8,9 y 5,0 y la variedad Mantequilla mairana 12,6 y 4,2 en Coroico y Caranavi respectivamente.

Ortubé (1993 citado por Barriga 2002) señala en los cuatro años de estudio determinó que el promedio general para este carácter es de 17 y 10 vainas por planta para las variedades Carioca mairana y Rojo oriental respectivamente.

Realizando una comparación con el presente estudio, se obtuvieron promedio superiores a los encontrados por Mantilla con respecto a la variedad Carioca pero fue igual los datos con los conseguidos por Ortubé en las variedades Rojo Oriental y Carioca.

Se puede aseverar que probablemente el número de vainas por planta es afectado considerablemente por la densidad de siembra, presentando una proporcionalidad inversa.

5.3.6 Diámetro de tallo (mm)

El diámetro de tallo es consecuencia del crecimiento secundario de las plantas. La limitación de crecimiento en ciertas partes del vegetal parece tener relación con el desarrollo filogenético (Esau, 1986 citado por Silva y Torrez, 2001).

El análisis de varianza (Cuadro 16) para la variable diámetro de tallo, muestra que el factor aplicación de inoculante resulto ser no significativo, es decir que, al producir el cultivo, al aplicar o no el inoculante no afecta al comportamiento fisiológico del cultivo, sin embargo el tratamiento con inoculante presento los mayores promedios (4,8 > 5).

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

Cuadro16. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (mm)

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	0,180	0,060	0,988	0,431	NS
INOCULO	1	0,138	0,138	2,272	0,158	NS
ERROR A	3	0,546	0,182			
VARIEDADES	2	2,939	1,469	24,195	0,000	**
INOCULO*VARIEDADES	2	0,257	0,128	2,114	0,163	NS
ERROR B	12	0,729	0,061			
TOTAL	23	4,788				

*G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; (**)= altamente significativo; NS= no significativo. CV= 4,99 %*

El factor variedades de frejol resulto ser estadísticamente significativo, lo que quiere decir que las variedades presentan diferencias de comportamiento en el diámetro de tallo.

También se observó que la interacción de los factores aplicación de inoculante y variedades (Rojo oriental, Mantequilla y Carioca) resulto ser no significativa, lo que muestra que estos factores no se influyen mutuamente, por lo tanto, no hay un efecto modificador.

El valor del coeficiente de variación de 4,99%, nos indica que los datos del experimento fueron bien manejados. Encontrándose dentro del rango establecido para trabajos de experimentación.

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, realizada para el factor variedades de frejol, determina en que la variedad Carioca obtuvo mayor diámetro de tallo.

Cuadro 17. Promedio de diámetro de tallo (mm) (Duncan 5%)

Variedades	Medias (mm)	Prueba Duncan
Mantequilla	4,48	A
Rojo Oriental	5,02	B
Carioca	5,33	C

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar la formación de tres grupos, donde existe diferencia estadística entre los grupos. El primer grupo representado por la variedad Mantequilla, obtuvo el menor promedio de diámetro de tallo; el segundo grupo formado por la variedad Rojo Oriental registró un promedio de 5,02 mm. y el último grupo con un promedio mayor de 5,33 mm.

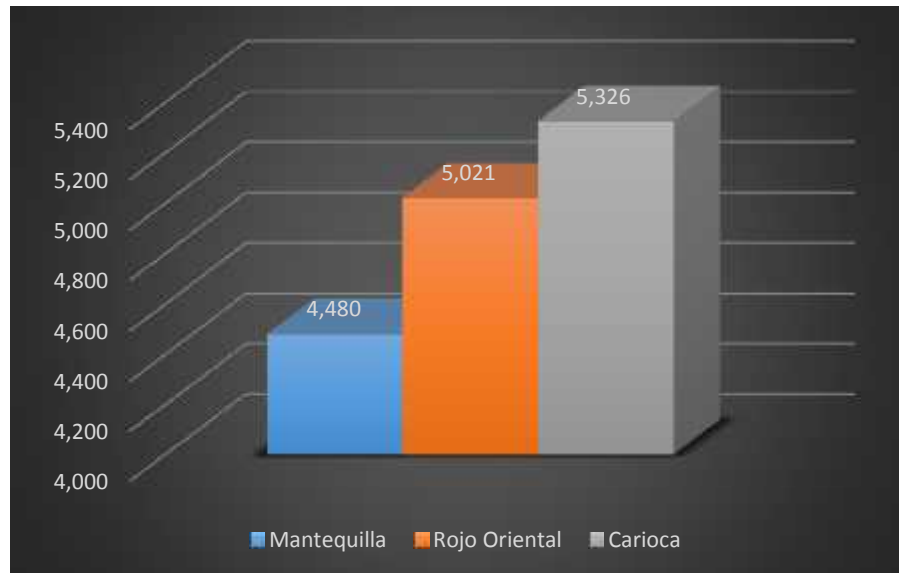


Figura 13. Diámetro de tallo para el factor variedades

El mayor diámetro de tallo fue alcanzado por la variedad Carioca, que obtuvo un promedio de 5,33 mm y la variedad Mantequilla obtuvo el menor diámetro de tallo, con un promedio de 4,48 mm.

5.3.7 Número de granos por vaina

Los granos por vaina es una variable determinada por sus características genéticas propias de cada variedad, que varía con las condiciones ambientales existentes de cada región, dicho componente es heredable y se toma como indicador el que ejerce el medio ambiente (Bonilla, 1990).

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 (Estrada y Peralta, 2004).

El resultado del análisis de varianza correspondiente para el variable número de granos por vaina, muestra que existen diferencias significativas en la aplicación de inoculante. Es decir que al aplicar el inoculante o no, tienen en número de granos por vaina estadísticamente diferentes.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	0,159	0,053	0,890	0,474	NS
INOCULO	1	0,320	0,320	5,375	0,039	*
ERROR A	3	0,166	0,055			
VARIEDADES	2	9,422	4,711	79,202	0,000	**
INOCULO*VARIEDADES	2	0,155	0,078	1,307	0,307	NS
ERROR B	12	0,714	0,059			
TOTAL	23	10,936				

G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; ()= significativo; (**)= altamente significativo; NS= no significativo. CV= 5,27 %*

En el Cuadro 18, se observa que en el factor variedades, donde se presentan variaciones de comportamiento, es decir que manejar diferentes variedades, incide significativamente en el número de granos por vaina. Ello muestra que se trata de una variable que responde de manera directa a la variedad.

En cuanto a la interacción de ambos factores el análisis nos muestra que no existen diferencias estadísticas a un nivel de significancia del 5%, lo cual indica que en la variable número de granos por vaina no se ve influenciado por la acción de ambos factores es decir que el factor aplicación de inoculante no depende de la acción del factor variedades o viceversa.

El valor del coeficiente de variación de 5,27%, nos indica que los datos del experimento fueron bien manejados. Encontrándose dentro del rango establecido para trabajos de diseños experimentales agrícolas.

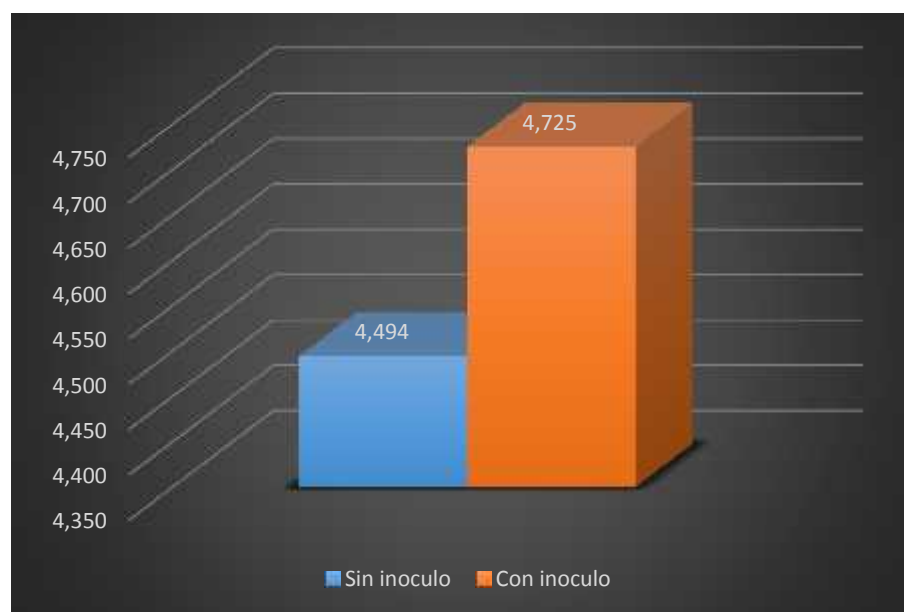


Figura 14. Numero de granos por vaina para el factor aplicación de inoculante

En la figura 14, se observa que las variedades aplicadas con inoculante tienen mayor grano por vaina de 4,73 que las variedades sin inoculante de 4,49.

La significación entre variedades dio a entender que hubo variedades con mayor número de granos por vaina diferentes al resto de las otras variedades, para tener una mayor comprensión de lo dicho anteriormente, se da a conocer en el cuadro la prueba de Duncan al 5% de significancia.

Cuadro 19. Promedio de numero de granos por vaina (Duncan 5%)

Variedades	Medias	Prueba Duncan
Rojo Oriental	3,95	A
Mantequilla	4,43	B
Carioca	5,45	C

Fuente: Elaboración propia

Se formaron tres grupos estadísticamente diferentes entre sí, el primero formado por la variedad Rojo Oriental fue estadísticamente diferente al resto de las otras variedades, obteniendo el menor número de granos por vaina; del mismo modo el segundo grupo fue conformado por la variedad Mantequilla y por último la variedad Carioca obtuvo mayor promedio de 5,45 granos por vaina.

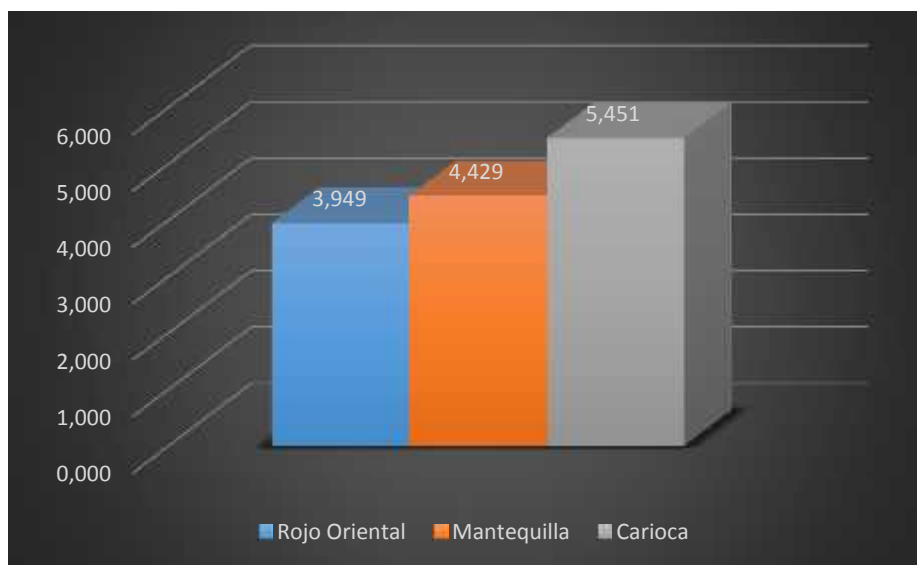


Figura 15. Numero de granos por vaina para el factor variedades

La variedad Carioca obtuvo el mayor promedio de granos por vaina 5,45; en cambio la variedad Rojo Oriental obtuvo el menor promedio de granos por vaina 3,94.

Mantilla, (1995) determino que esta variable puede cambiar según las condiciones edafoclimaticas del lugar; en su ensayo, para la localidad de Coroico y Caranavi respectivamente, la variedad Carioca obtuvo 5,5, y 5,0 y la variedad Mantilla mairana 5,3 y 4,3.

Patty, (2003) en la Provincia Franz Tamayo, obtuvo promedios de 2,61, 4,80 y 4,14 granos por vaina para las variedades Rojo Oriental, Carioca mairana y Mantequilla mairana respectivamente; promedios que se encuentran similares obtenidos en el presente estudio, lo cual probablemente se debió a las altas temperaturas y escasa precipitación en el periodo reproductivo (Tapia, 2006).

5.3.8 Numero de nódulos

La fijación de nitrógeno atmosférico se lleva a cabo gracias a la actividad de la enzima nitrogenasa del *Rhizobium* presente en los nódulos. El número de nódulos permite precisar esa actividad porque su variación esta correlacionado positivamente con la actividad nitrogenasica y por lo tanto con la fijación (FAO, 1995).

Según el análisis de varianza en el Cuadro 20, la variable cosechada de los granos, se observa que el factor inoculación presento una diferencia estadística significativa donde se afirma que la inoculación influyo en la variable en estudio, mientras para el factor variedades también presento diferencias estadísticas significativas, para la interacción entre factores de estudio no existe significancia por lo tanto no hay interacción.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable número de nódulos

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	130,907	43,636	5,000	0,018	*
INOCULO	1	135,946	135,946	15,577	0,002	**
ERROR A	3	8,633	2,878			
VARIEDADES	2	153,783	76,891	8,811	0,004	**
INOCULO*VARIEDADES	2	12,501	6,250	0,716	0,508	NS
ERROR B	12	104,726	8,727			
TOTAL	23	546,496				

G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; (*)= significativo; (**)= altamente significativo; NS= no significativo. CV= 7,93 %

El coeficiente de variación 7.93%, nos indica que la variabilidad debido a errores experimentales, fue pequeño.

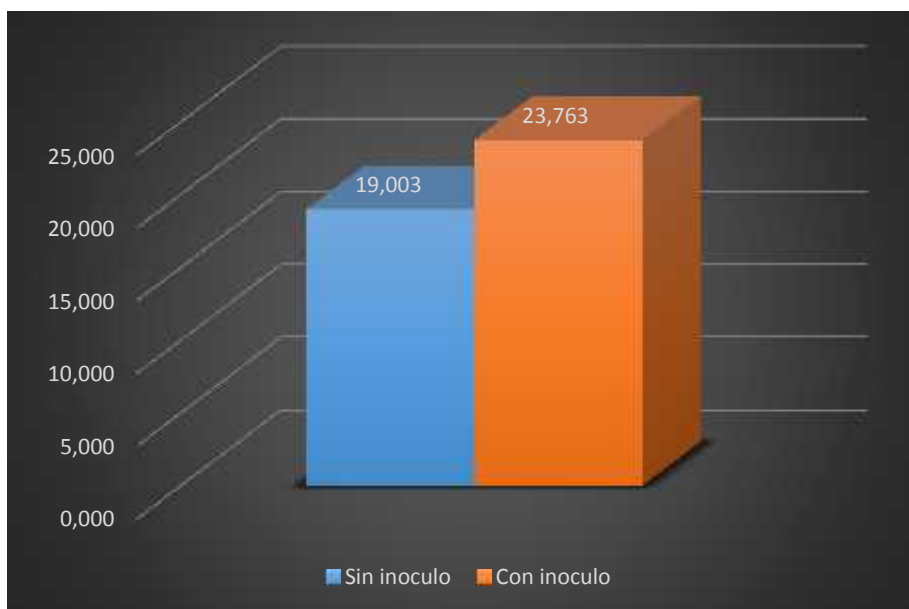


Figura 16. Numero de nódulos para el factor aplicación de inoculante

Según la Figura 16, variable número de nódulos por planta, las semillas con inoculación han presentado más nódulos que las semillas sin inoculación de fijadoras de nitrógeno, la cual indica que realizando la inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno hacen que se produzca más nódulos.

Cuadro 21. Promedio de numero de nódulos (Duncan 5%)

Varietades	Medias	Prueba Duncan
Rojo Oriental	23,84	A
Mantequilla	22,41	A
Carioca	17,90	B

Fuente: Elaboración propia

Estadísticamente se diferencian 2 grupos diferentes en función de esta variable. El primer grupo formado por las variedades Rojo oriental y mantequilla que obtuvieron el mayor número de nódulos, el segundo grupo y único formado por la variedad Carioca con un promedio de 17,90 nódulos por planta.

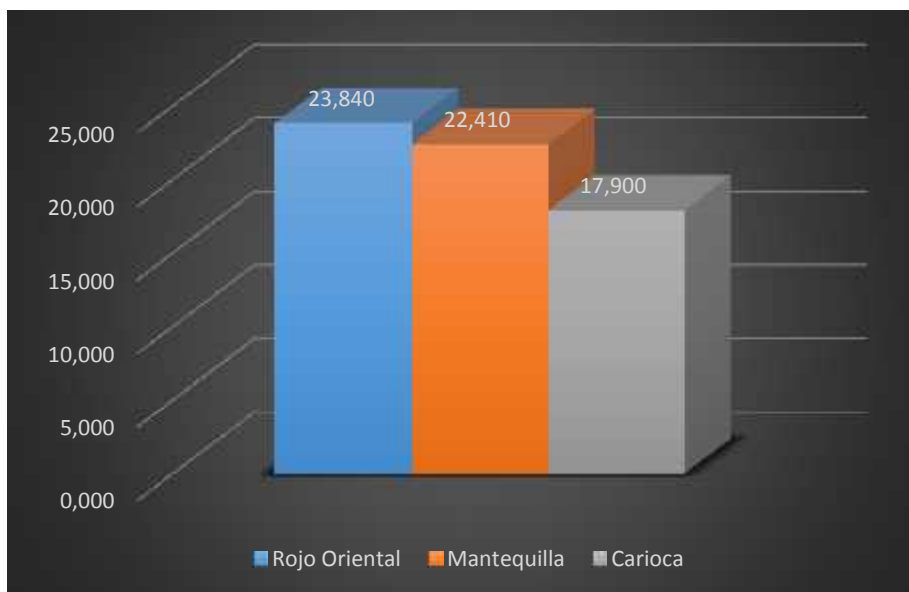


Figura 17. Numero de nódulos para el factor variedades

Conforme a la figura 17, la variedad que obtuvo mayor número de nódulos fue la variedad Rojo oriental con un promedio de 23,84. Por el contrario, la variedad Carioca registró el menor número de nódulos con un promedio de 17,90.

5.3.9 Rendimiento en Kg/Ha

Son muchos los factores que condicionan el rendimiento, por esta razón la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realiza el ensayo, ya que los valores altos y bajos reflejan, las posibilidades reales del genotipo según las condiciones presentes (Voyssest, 2000).

En el rendimiento se refleja la efectividad del manejo agronómico que el hombre le ha dado al cultivo, antes de su establecimiento como a lo largo de su ciclo (Zapata & Orozco, 1991).

Se puede observar en el Cuadro 22 que el análisis estadístico para la variable rendimiento presentó diferencias significativas por el efecto de la aplicación de inoculante, es decir que se puede utilizar varias aplicaciones según sea el propósito de la producción, ya que los resultados serán definitivamente diferentes.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable rendimiento en Kg/Ha

FV	GL	SC	CM	F	P > F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	233470,146	77823,382	2,778	0,087	NS
INOCULO	1	147354,413	147354,413	5,261	0,041	*
ERROR A	3	10463,895	3487,965			
VARIEDADES	2	269038,260	134519,130	4,802	0,029	*
INOCULO*VARIEDADES	2	3331,375	1665,687	0,059	0,943	NS
ERROR B	12	336132,378	28011,031			
TOTAL	23	999790,467				

G.L.= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= calculada; P= probabilidad; ()= significativo; NS= no significativo. CV= 5,13%*

Por otro lado, se observa que el factor variedades también presenta diferencias significativas, es decir que hay variaciones de comportamiento al manejar diferentes variedades, en este caso la siembra de (Rojo Oriental, Mantequilla y Carioca) cualquiera de estas variedades influye en el índice significativamente en el rendimiento del frejol.

El análisis de varianza, también mostro que al interaccionar la aplicación de inoculante y variedades no afectan significativa al rendimiento del frejol.

El coeficiente de variación para esta variable es de 5,13%, este valor nos indica que el experimento es aceptado ya que su desviación en relación a la media poblacional no supera al valor límite del error experimental establecido de 30%.

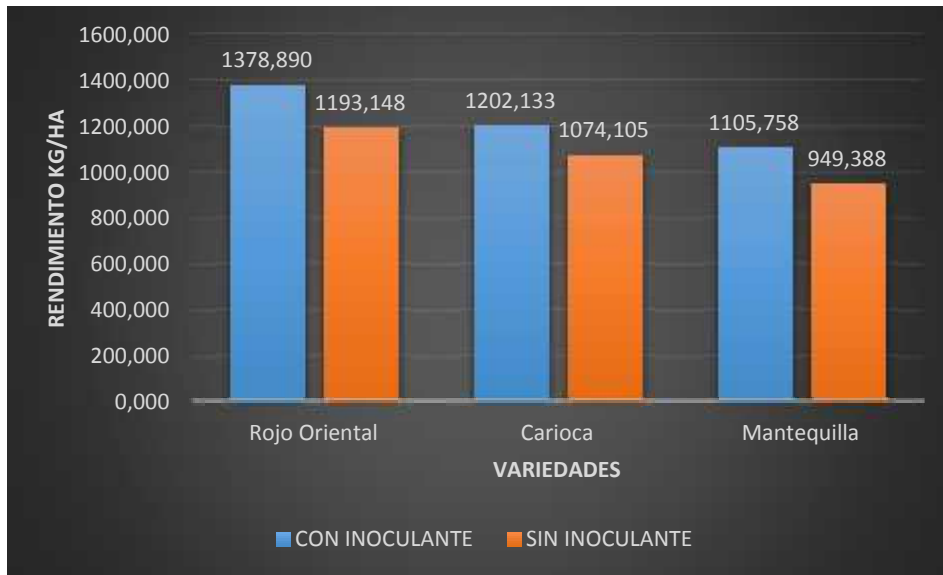


Figura 18. Rendimiento en Kg/Ha del cultivo de frejol

Los resultados son estadísticamente buenos, pues se establece que la eficiencia de las cepas inoculadas y la nativa del suelo (testigo), son suficientemente competitivas para proveer a la planta del nitrógeno necesario para su crecimiento, hecho que se demuestra en la figura 18, los cuales nos indican que existen diferencias estadísticas significativas no solo debido a la aplicación del inoculante sino también entre variedades.



Figura 19. Rendimiento en Kg/Ha para el factor aplicación de inoculante

Las variedades con la aplicación de inoculante tuvieron mayor rendimiento de 1.228,93 kg/ha y con menor rendimiento las variedades sin la aplicación de inoculante de 1.072,21 kg/ha.

La prueba múltiple de comparación de medias Duncan al 5% de probabilidad determina con que variedades se obtuvo mejor rendimiento, aspecto que se observa en el cuadro 22.

Cuadro 23. Promedio de rendimiento en Kg/Ha (Duncan 5%)

Variedades	Medias (Kg/Ha)	Prueba Duncan
Rojo Oriental	1286,02	A
Carioca	1138,12	AB
Mantequilla	1027,57	B

Fuente: Elaboración propia

Conforme al cuadro anterior, se formaron tres grupos estadísticamente diferentes entre sí para el rendimiento de las variedades. El primer grupo se conforma de la variedad Rojo Oriental la cual obtuvo el mayor rendimiento promedio.

El segundo grupo constituido por la variedad Carioca, obteniendo un rendimiento de 1.138,12 kg/ha, por último el tercer grupo con un rendimiento de 1.027,57 kg/ha como es la variedad Mantequilla siendo el menor rendimiento promedio.

Conforme el análisis de Duncan las tres variedades obtuvieron buenos rendimientos y estadísticamente similares, por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, siendo las tres variedades las que reportaron mejor comportamiento, resultando ser adecuados para las condiciones del lugar, considerando que las variedades Rojo Oriental, Carioca y Mantequilla son variedades nuevas en la región, no teniendo trabajos de investigación en la zona con estas variedades ni otras.

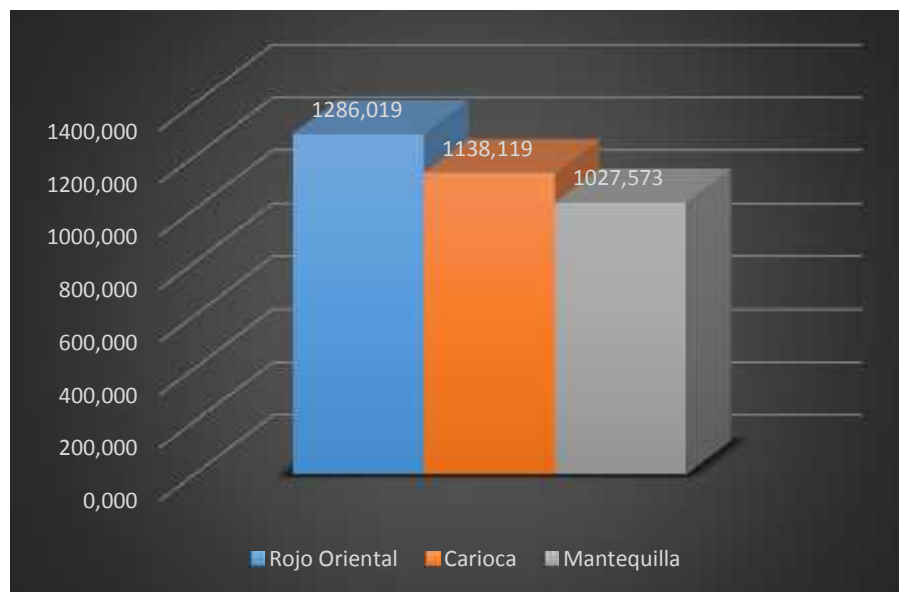


Figura 20. Rendimiento en Kg/Ha para el factor variedades

El mayor rendimiento fue reportado por la variedad Rojo Oriental, con un rendimiento promedio de 1.286,02 kg/ha, sin embargo, los menores rendimientos fueron reportados por las variedades Carioca y Mantequilla con valores promedios de 1.138,12 y 1.027,57 kg/ha respectivamente.

Mantilla (1995), identifico diferencias muy marcadas en el rendimiento entre las localidades de Caranavi y Coroico, en su ensayo la variedad Carioca reporto 1.924,7 y 558,7 kg/ha, la variedad Mantequilla mairana 1.798,4 y 462,1 kg/ha respectivamente. Esta variación extrema de rendimientos pudo deberse a los índices ambientales.

Gutiérrez (2009), en Carmen Pampa Coroico en el ensayo se identificó a las variedades Rojo Oriental y Carioca con un rendimiento de 1.210 y 637 kg/ha. Las variedades Mantequilla mairana, reporto un rendimiento promedio de 1.060,8 kg/ha y Carioca 408,1 kg/ha en Caranavi (Quispe, 2008).

Contrastando con los resultados obtenidos en el presente estudio, las variedades Rojo oriental y Mantequilla son similares o se aproxima a los encontrados por Gutiérrez y Quispe. Estos resultados indican, que en forma general, la localidad de Pariguaya fue la adecuada para el cultivo de las variedades de frejol.

5.4 Análisis económico (Beneficio/Costo)

El objetivo principal de la gran mayoría de pequeños y medianos productores, es asegurar el suministro adecuado de alimentos para el auto consumo, así mismo valoran el retorno económico que genera su actividad agrícola (Orozco, 1996).

El presente trabajo de investigación, además del análisis agronómico, se realizó un análisis económico de la producción de frejol con el fin de valorar cuál de los tratamientos bajo estudio es el que presenta la mejor relación Beneficio/Costo.

Cuadro 24. Análisis económico de la producción de frejol para una hectárea en la Comunidad de Pariguaya, 2012.

TRATAMIENTO	VARIETADES	RENDIMIENTO (KG/HA)	INGRESOS (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)	B/C
CON LA APLICACIÓN DE INOCULANTE					
T1	Rojo Oriental	1378,89	11982,55	4140,00	2,89
T2	Carioca	1202,13	10446,53	3645,00	2,87
T3	Mantequilla	1105,76	9609,03	3705,00	2,59
SIN LA APLICACIÓN DE INOCULANTE					
T4	Rojo Oriental	1193,15	10368,45	4115,00	2,52
T5	Carioca	1074,11	9333,97	3620,00	2,58
T6	Mantequilla	949,39	8250,18	3680,00	2,24

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos del análisis del Beneficio/Costo (Cuadro 24), muestran que el tratamiento T1 es más recomendable económicamente con la aplicación de inoculante con un valor de Bs 2,89 o sea por cada boliviano invertido, se obtiene una ganancia de Bs 1,89; asimismo podemos observar que los tratamientos T2 y T3 cuentan con un B/C de Bs 2,87 y 2,59 respectivamente, menor al tratamiento T1.

Así también podemos señalar que el análisis del Beneficio/Costo de tratamientos, sin la aplicación de inoculante muestra, que el T5 tiene un B/C de Bs 2,58, obteniendo 0,31 centavos de boliviano menor al tratamiento T1 con la aplicación de inoculante.

6 CONCLUSIONES

Estadísticamente los días a la floración, altura de planta, numero vainas por planta, numero de granos por vaina, numero de nódulos y rendimiento de las plantas inoculadas con la mezcla de *Rhizobium leguminosarum* biovar. *phaseoli* en las variedades de frejol fue superior a las no inoculadas, razón por la cual se rechaza la hipótesis nula.

La variedad Rojo oriental se caracterizó en relación a las otras variedades de frejol, por presentar el mayor porcentaje de germinación, días a la floración, días a la cosecha, número de nódulos, rendimiento y mayor rentabilidad.

La inoculación de la semilla con *Rhizobium* favoreció a la mayor altura de planta, días a la floración, numero de vainas por planta, numero de grano por vaina, numero de nódulos y el mejor rendimiento del cultivo del frejol.

Los rendimientos de grano del frejol fueron estadísticamente superiores en las variedades aplicadas con inoculante, con una media general de 1.228,93 kg/ha, en comparación con la media general de rendimiento de grano obtenida por las variedades sin inoculante que fue de 1.072,21 kg/ha.

La variedad Rojo Oriental obtuvo el mejor rendimiento en grano con la aplicación de inoculante de 1.286,02 kg/ha.

De acuerdo al análisis del Beneficio/Costo del cuadro 24, se puede evidenciar que el tratamiento T1 (Rojo Oriental) con la aplicación de inoculante muestra un B/C de Bs 2.89, mayor al tratamiento T5 sin la aplicación de inoculante que muestra un B/C de Bs 2,58.

En todas las variedades la aplicación de inoculante produjo un porcentaje de rentabilidad mayor (Bs 2.89, 2.87 y 2.59) con la inoculación del *Rhizobium*. Lo que significa una ventaja económica la práctica de esta técnica.

7 RECOMENDACIONES

Una vez concluido el trabajo de investigación se tiene las siguientes recomendaciones:

Por los resultados obtenidos se puede determinar que el uso de la mezcla de inoculantes en el cultivo de frejol, ofrece buenas perspectivas, recomendando realizar evaluaciones en otras áreas del Municipio de Irupana para las condiciones en que se desenvuelven los agricultores.

Se recomienda cultivar la variedad Rojo Oriental en la Comunidad Pariguaya, ya que esta variedad se adaptó muy bien, por obtener el mayor rendimiento de grano y los mejores rendimientos agronómicos.

De acuerdo al análisis Beneficio/Costo se recomienda utilizar la variedad Rojo oriental con aplicación de inoculante, por obtener mayores beneficios económicos.

Se recomienda seguir realizando estos estudios para determinar el comportamiento de las cepas de *Rhizobium leguminosarum* biovar. *phaseoli* con el fin de seleccionar aquellas que presenten las mejores características.

Realizar estudios de la misma naturaleza en otras zonas del Municipio, para validar estos resultados incorporando las variedades de frejol.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANGELO, A. 1997. Consecuencias del stress hídrico y/o salino en la fijación biológica del Nitrógeno. In III Reunión Nacional en Leguminosas, IV Reunión Boliviana de Rhizobiología. 2 – 4 de Diciembre de 1997. Memorias. La Paz, Bolivia. p. 265 – 272.

ALDANA DE LEON, L. F. 2010. Manual Comercial y de Semilla de Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). 1 ed. Quetzaltenango, Guatemala. p. 1

ARAYA, R., R. Rodríguez; J. C. Molina; F. T. Ramos. (1995). Variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris, L.*). Concepto, obtención y manejo. CIAT. Cali, Colombia. 65 p.

BARRIGA, S. 2002. Efecto de épocas de siembra sobre las características morfo agronómicas del frejol, Santa Cruz – BO. Tesis de Grado, Fac. de Ciencias Agrícolas, U.A.G.R.M. 55 p.

BINDER, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. Primera edición PASOLAC.E.A.G.E. Estelí. Nicaragua. p 30 – 45.

BONILLA, J. A. 1990. Efecto de control de malezas y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Tesis de Ing. Agr. UNA. Escuela de Sanidad Vegetal. 32 p.

CALEGARI, A. 1993. Adubacao verde no sul de Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro, desktop Publicaciones. p. 31 – 51.

CEVALLOS, V. D. J. 2008. Evaluación de la adaptabilidad de 20 variedades y líneas de frejol arbustivo (*Phaseolus vulgaris, L.*) de grano rojo y amarillo en el valle de Intag, Imbabura. 2007. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Santo Domingo, Ecuador. 134 p.

DEBOUCK, D.; R. HIDALGO.; H. OSPINA y C. FLOR. 1985. Morfología de la Planta de fríjol Común, CIAT. Cali, Colombia. 49 p.

ESCOTO, N. D. 2011. El Cultivo del Frijol. 2 ed. Publicación de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, SAG. Tegucigalpa, Honduras. p. 9.

ESTRADA, G. E. y R. Peralta. 2004. Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánico (gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) variedad DOR – 364, postera 2001. Tesis de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. UNA. Managua, Nicaragua. 44 p.

FAO, 1995. Manual Técnico de la fijación Simbiótica del Nitrógeno. Roma, Italia. p. 10 – 130.

FERNANDEZ, F; Gepts, P; López, M. 1982. Etapas de desarrollo de la planta de frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT. Cali, Colombia. p. 34

FERNANDEZ, C. 1993. Control de la Mustia hilachosa *Thanatephorus cucumeris*. En Frijol, *Phaseolus vulgaris*, L. En tres épocas de siembra en el Chapare Tropical.

GUTIERREZ, V. 2009. Introducción de cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) con la aplicación de inoculante en la Comunidad de Carmen Pampa Provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia, Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, UAC – Carmen Pampa. Carrera ingeniería agronómica. 73 p.

JIMENEZ, R., M. Ramón, R. Lepiz y J. Ullauri. 1996. El Cultivo de Frejol Común en los Vales de la Provincia de Loja, Agronomía y Manejo de Plagas, CIAT – INIAP. Folleto divulgativo No. 257. p. 23

IICA (Instituto Interamericana de Cooperación Para la Agricultura). 1989. Compendio de agronomía tropical, Ministerio de asuntos extranjeros de Francia, San José, CR. 693 p.

IICA (Instituto Interamericana de Cooperación Para la Agricultura). 2011. En el contexto de los acuerdos con la UE: Avances en América Latina en la implementación de las indicaciones geográficas y denominaciones de origen. Boletín Técnico CAESPA. San José, Costa Rica. p. 5

INIAP. 2001. Informe de investigación: Estudio de la producción, pos cosecha, mercadeo y consumo de frejol arbustivos en el Valle del Chota. Ecuador. Quito, Ecuador. 79 p.

LEON, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. San José, CR. Grafica Rosas Vargas. p. 263 – 273

LINDBLAD, C; Druben, L. 1981. Almacenamiento del grano, manejo, secado, silos; Control de insectos y roedores. Concepción, México. 331 p.

MENESES, R; Waaijenberg, H; Pierola, L. 1996. Las Leguminosas en la Agricultura Boliviana. Cochabamba, BO. Editorial proyecto de Rhizobiología. p. 1 – 5.

OBRADOR Rousseau, J. 1984. Cosecha de granos, trigo, maíz, frejol y soya. Santiago, INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 58 p.

ORTUBE, J. y C. Aguilera. 1994. Recomendaciones Técnicas para el Cultivo de Frejol en el Oriente Boliviano. CIAT-Universidad Autónoma “Gabriel Rene Moreno”. Santa Cruz, Bolivia. 60 p.

ORTUBE, J; Rivadeneira, C; Koriyama, M; Anzoategui, T. 1996. Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). En; R., Meneses; H., Waaijenberg; L., Pierola. Eds. Las Leguminosas en la agricultura boliviana: Revisión de información, Proyecto Rhizobiología. Bolivia, Cochabamba, BO. p. 227 – 248.

PALLAVICINI, A. C; Valverde, J. 2000. Evaluación del efecto de fertilización de diferentes niveles de fosforo y la extracción de macro y micro nutrientes en tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Tesis Ing. Agr. UNA/EPV. Managua, Nicaragua 56 p.

PARKER, R. 2000. La Ciencia de las Plantas. Madrid, Thomson. 628 p.

PATTY, J.L. 2003. Evaluación agronómica de cuatro variedades locales e introducidas de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en asociación con maíz (*Zea mays L.*) en la comunidad de Santa Catalina, Provincia Franz Tamayo. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia, UMSA – Facultad de Agronomía. 73 p.

PERALTA, E., A. Murillo, C. Caicedo, J. Pinzón y M. Rivera. 1998. Manual Agrícola de Leguminosas, Cultivo y Costos de Producción, INIAP, PROFIZA CRSP-U. Minnesota-COSUDE. Quito, Ecuador. p. 43.

QUISPE, M. J.C. 2008. Caracterización y evaluación agronómica de germoplasma de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en la Provincia Caranavi (Departamento de La Paz). Tesis de Grado. La Paz – Bolivia, UMSA – Facultad de Agronomía. 100 p.

REYES, J. 1992. Historia de la protección del maíz. En memoria del simposio internacional de sanidad vegetal. ESAVE/UNA. Managua, Nicaragua. 47 p.

ROSAS, J. C. 2003. Recomendaciones para el manejo agronómico del cultivo del frijol. Tegucigalpa, Programa de Investigación en Frijol Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 33 p.

SILVA, A. E. y Torrez, Z. F. 2001. Evaluación de una mezcla de cepas de Rhizobium en tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) bajo dos sistemas de labranza en la estación Experimental “La Compañía”, Municipio de San Marcos, Carazo. Tesis de Grado para Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 48 p.

SINGH, S. 1999. “Integrated genetic improvement. In: Common bean improvement in the twenty-first century”. Singh, S. ed. Khrwer Academic Publisher. Dordrecht, p 1-24; 98-99.

SKERMAN, PJ; Cameron, DG; Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Roma, Sagraf - Napoli. p. 125 – 141.

TAPIA, J.T. 2006. Introducción de 15 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) bajo condiciones agroecológicas de la comunidad de Villa Rojas, Cobija, Pando. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia, UMSA - Facultad de Agronomía. 103 p.

TERRANOVA, E. 1995. Enciclopedia agropecuaria: Producción agrícola 1. Tomo II. Colombia, Terranova. 278 p.

U.S.D.A. 2000. Base de datos sobre composición de alimentos. Consultado 14 Oct. 2014. Se lo encuentra en: <http://www.nal.usda/fnic>

VAZQUEZ, J., E. Peralta, J. Pinzón y R. Lepiz. 1992. El frejol arbustivo en Imbabura. Sugerencia para su cultivo. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Ecuador, Publicaciones miscelánea No. 57, p.

VICENTE, J.J. 2003. Evaluación agronómica de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en diferentes épocas y densidades de siembra en la Provincia Caranavi. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia, UMSA – Facultad de Agronomía. 79 p.

VOYSEST, O. 2000. Mejoramiento Genético del Frejol (*Phaseolus vulgaris L.*): legado de variedades de América Latina 1930 – 1999. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 195 p.

ZAPATA, M. & H. OROZCO. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas, crecimiento y rendimiento de frijol común ciclo de potrera 1989. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA. Managua, Nicaragua. 72 p.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Análisis de Suelo



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *MARIELA AGUILAR SOTO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia SUD YUNGAS,
Comunidad PARIGUAYA,
Lugar PARIGUAYA

NO SOLICITUD: *024A / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *05 / Febrero /2013*
FECHA DE ENTREGA : *26 / Febrero /2013*

DESCRIPCIÓN : *T 0*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
044-01 /2013	T E X T U R A	ARENA	49	%	Hidrómetro de Bouyoucos
044-02 /2013		ARCILLA	28	%	Hidrómetro de Bouyoucos
044-03 /2013		LIMO	23	%	Hidrómetro de Bouyoucos
044-04 /2013		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
044-05 /2013		GRAVA	14,6	%	Gravimetría
044-06 /2013	pH en agua 1:5	6,04	-	Potenciometría	
044-07 /2013	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,066	dS/m	Potenciometría	
044-08 /2013	C A S A M B I O N E	Calcio	7,30	meq/100 g	Absorción atómica
044-09 /2013		Magnesio	2,29	meq/100 g	Absorción atómica
044-10 /2013		Sodio	0,37	meq/100 g	Emisión atómica
044-11 /2013		Potasio	0,42	meq/100 g	Emisión atómica
044-12 /2013	Materia Orgánica	2,26	%	Walkley Black	
044-13 /2013	Nitrógeno total	0,19	%	Kjeldahl	
044-14 /2013	Fósforo asimilable	48,16	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

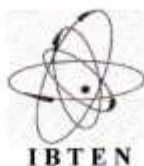
OBSERVACIONES,- ** Potasio intercambiable extraído con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.



MINISTERIO DE EDUCAC

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA N
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NU
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AM

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *MARIELA AGUILAR SOTO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia SUD YUNGAS,
Comunidad PARIGUAYA.
Lugar PARIGUAYA

NO SOLICITUD: *024B / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *05 / Febrero / 20*
FECHA DE ENTREGA : *26 / Febrero / 20*

DESCRIPCIÓN : *T 1*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
045-01 /2012	pH en agua 1:5	6,07	-	Potenciometría	
045-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,069	dS/m	Potenciometría	
045-03 /2012	C A T I O N E S	Calcio	7,95	meq/100 g	Absorción atómica
045-04 /2012		Magnesio	2,37	meq/100 g	Absorción atómica
045-05 /2012		Sodio	0,40	meq/100 g	Emisión atómica
045-06 /2012		Potasio	0,66	meq/100 g	Emisión atómica
045-07 /2012	Materia Orgánica	2,48	%	Walkley Black	
045-08 /2012	Nitrógeno total	0,17	%	Kjeldahl	
045-09 /2012	Fósforo asimilable	51,71	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE EDUCACION**INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *MARIELA AGUILAR SOTO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia SUD YUNGAS,
Comunidad PARIGUAYA.
*Lugar PARIGUAYA*NO SOLICITUD: *024C / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *05 / Febrero / 2013*
FECHA DE ENTREGA : *26 / Febrero / 2013*DESCRIPCIÓN : *T 2*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
046-01 /2012	pH en agua 1:5	6,05	-	Potenciometría	
046-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,055	dS/m	Potenciometría	
046-03 /2012	D E C A T I O N E S I O	Calcio	8,02	meq/100 g	Absorción atómica
046-04 /2012		Magnesio	2,33	meq/100 g	Absorción atómica
046-05 /2012		Sodio	0,46	meq/100 g	Emisión atómica
046-06 /2012		Potasio	0,59	meq/100 g	Emisión atómica
046-07 /2012	Materia Orgánica	2,71	%	Walkley Black	
046-08 /2012	Nitrógeno total	0,18	%	Kjeldahl	
046-09 /2012	Fósforo asimilable	43,30	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

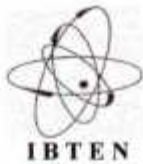
**MINISTERIO DE EDUCACION**INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL**ANALISIS QUIMICO DE SUELOS**INTERESADO : *MARIELA AGUILAR SOTO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia SUD YUNGAS,
Comunidad PARIGUAYA.
*Lugar PARIGUAYA*NO SOLICITUD: *024D / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *05 / Febrero / 2013*
FECHA DE ENTREGA : *26 / Febrero / 2013*DESCRIPCIÓN : *T 3*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
047-01 /2012	pH en agua 1:5	6,02	-	Potenciometría	
047-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,069	dS/m	Potenciometría	
047-03 /2012	C A T I O N E S	Calcio	7,57	meq/100 g	Absorción atómica
047-04 /2012		Magnesio	2,54	meq/100 g	Absorción atómica
047-05 /2012		Sodio	0,31	meq/100 g	Emisión atómica
047-06 /2012		Potasio	0,52	meq/100 g	Emisión atómica
047-07 /2012	Materia Orgánica	2,69	%	Walkley Black	
047-08 /2012	Nitrógeno total	0,18	%	Kjeldahi	
047-09 /2012	Fósforo asimilable	64,78	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *MARIELA AGUILAR SOTO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia SUD YUNGAS,
Comunidad PARIGUAYA.
Lugar PARIGUAYA

NO SOLICITUD: *024E / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *05 / Febrero / 2013*
FECHA DE ENTREGA : *26 / Febrero / 2013*

DESCRIPCIÓN : *T 4*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
048-01 /2012	pH en agua 1:5	6,26	-	Potenciometría	
048-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,076	dSm	Potenciometría	
048-03 /2012	C A T I O N E S	Calcio	9,24	meq/100 g	Absorción atómica
048-04 /2012		Magnesio	2,73	meq/100 g	Absorción atómica
048-05 /2012		Sodio	0,41	meq/100 g	Emisión atómica
048-06 /2012		Potasio	0,62	meq/100 g	Emisión atómica
048-07 /2012	Materia Orgánica	2,84	%	Walkley Black	
048-08 /2012	Nitrógeno total	0,19	%	Kjeldahl	
048-09 /2012	Fósforo asimilable	44,95	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE EDUCACION**INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL**ANALISIS QUIMICO DE SUELOS**INTERESADO : *MARIELA AGUILAR SOTO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia SUD YUNGAS,
Comunidad PARIGUAYA.
*Lugar PARIGUAYA*NO SOLICITUD: *024F / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *05 / Febrero /2013*
FECHA DE ENTREGA : *26 / Febrero /2013*DESCRIPCIÓN : *T 5*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
049-01 /2012	pH en agua 1:5	6,02	-	Potenciometría	
049-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,069	dS/m	Potenciometría	
049-03 /2012	C A T I O N E S	Calcio	8,65	meq/100 g	Absorción atómica
049-04 /2012		Magnesio	2,76	meq/100 g	Absorción atómica
049-05 /2012		Sodio	0,55	meq/100 g	Emisión atómica
049-06 /2012		Potasio	0,56	meq/100 g	Emisión atómica
049-07 /2012	Materia Orgánica	2,36	%	Walkley Black	
049-08 /2012	Nitrógeno total	0,16	%	Kjeldahl	
049-09 /2012	Fósforo asimilable	42,67	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE EDUCACION**INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL**ANALISIS QUIMICO DE SUELOS**INTERESADO : *MARIELA AGUILAR SOTO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia SUD YUNGAS,
Comunidad PARIGUAYA,
*Lugar PARIGUAYA*NO SOLICITUD: *024G / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *05 / Febrero /2013*
FECHA DE ENTREGA : *26 / Febrero /2013*DESCRIPCIÓN : *T 6*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
050-01 /2012	pH en agua 1:5	6,13	-	Potenciometría	
050-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,089	dS/m	Potenciometría	
050-03 /2012	C A T I O N E S	Calcio	9,75	meq/100 g	Absorción atómica
050-04 /2012		Magnesio	2,56	meq/100 g	Absorción atómica
050-05 /2012		Sodio	0,42	meq/100 g	Emisión atómica
050-06 /2012		Potasio	0,69	meq/100 g	Emisión atómica
050-07 /2012	Materia Orgánica	2,93	%	Walkley Black	
050-08 /2012	Nitrógeno total	0,20	%	Kjeldahl	
050-09 /2012	Fósforo asimilable	64,02	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,-** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

ANEXO N° 2

Datos de Temperatura y Precipitación en la Estación de Lambate (SENAMHI, 2011)

GRAFICO. Temperatura promedio mensual (°C)

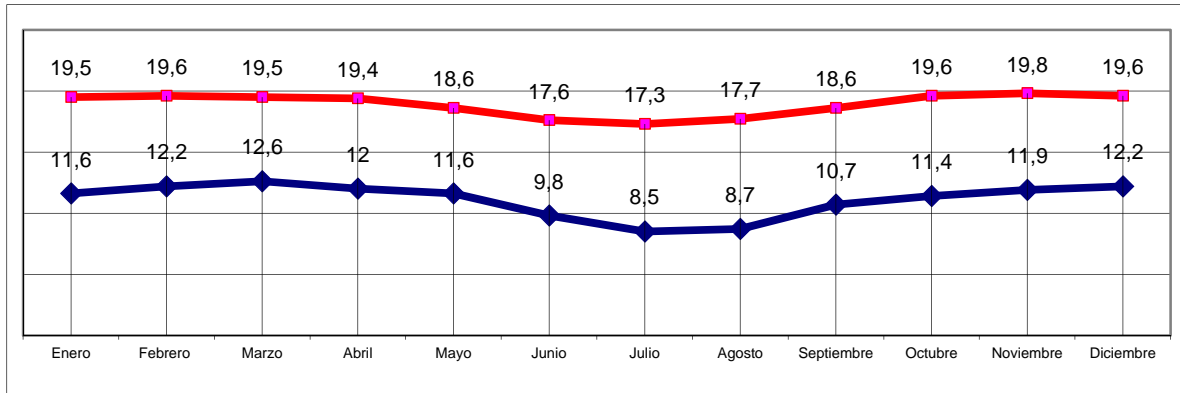
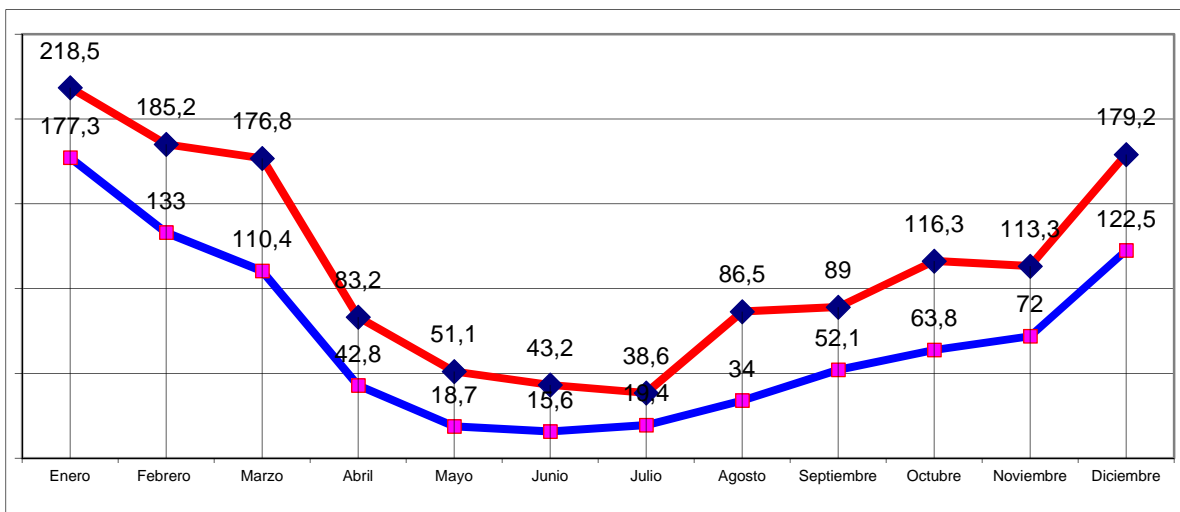


GRAFICO. Precipitaciones pluviales Irupana y Lambate (mm)



ANEXO N° 3
Registro fotográfico del trabajo de investigación



Preparación del terreno



Surcado de terreno



Delimitación de las parcelas experimentales



Inoculante



Riego por inundación después de la siembra



Germinación de frejol



Aporque del cultivo de frejol



Floración del cultivo de frejol





Desarrollo del frijol hasta la madurez fisiológica



Cosecha de frejol



Frijol cosechado por tratamientos

ANEXO N° 4

Análisis de Varianza de las variables de Investigación

1. Análisis de Varianza para Porcentaje de germinación

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	83,458	27,819	1,163	0,364	NS
INOCULO	1	22,042	22,042	0,922	0,356	NS
ERROR A	3	72,792	24,264			
VARIETADES	2	843,250	421,625	17,629	0,000	**
INOCULO*VARIETADES	2	9,083	4,542	0,190	0,829	NS
ERROR B	12	287,000	23,917			
TOTAL	23	1317,625				

2. Análisis de Varianza para Días a la floración

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	4,125	1,375	1,800	0,201	NS
INOCULO	1	9,375	9,375	12,273	0,004	**
ERROR A	3	6,458	2,153			
VARIETADES	2	650,583	325,292	425,836	0,000	**
INOCULO*VARIETADES	2	2,250	1,125	1,473	0,268	NS
ERROR B	12	9,167	0,764			
TOTAL	23	681,958				

3. Análisis de Varianza para Días a la cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	0,333	0,111	0,138	0,935	NS
INOCULO	1	2,667	2,667	3,310	0,094	NS
ERROR A	3	1,000	0,333			
VARIETADES	2	1033,583	516,792	641,534	0,000	**
INOCULO*VARIETADES	2	0,083	0,042	0,052	0,950	NS
ERROR B	12	9,667	0,806			
TOTAL	23	1047,333				

4. Análisis de Varianza para Altura de planta (cm)

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	1019,647	339,882	34,746	0,000	**
INOCULO	1	219,373	219,373	22,427	0,000	**
ERROR A	3	114,487	38,162			
VARIEDADES	2	244,273	122,137	12,486	0,001	**
INOCULO*VARIEDADES	2	15,941	7,971	0,815	0,466	NS
ERROR B	12	117,382	9,782			
TOTAL	23	1731,103				

5. Análisis de Varianza para Numero de vainas por planta

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	56,885	18,962	7,738	0,004	**
INOCULO	1	14,10666667	14,107	5,757	0,034	*
ERROR A	3	40,36	13,453			
VARIEDADES	2	293,6425	146,821	59,917	0,000	**
INOCULO*VARIEDADES	2	4,365833333	2,183	0,891	0,436	NS
ERROR B	12	29,405	2,450			
TOTAL	23	438,765				

6. Análisis de Varianza para Diámetro de tallo (mm)

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	0,180	0,060	0,988	0,431	NS
INOCULO	1	0,138	0,138	2,272	0,158	NS
ERROR A	3	0,546	0,182			
VARIEDADES	2	2,939	1,469	24,195	0,000	**
INOCULO*VARIEDADES	2	0,257	0,128	2,114	0,163	NS
ERROR B	12	0,729	0,061			
TOTAL	23	4,788				

7. Análisis de Varianza para Numero de granos por vaina

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	0,159	0,053	0,890	0,474	NS
INOCULO	1	0,320	0,320	5,375	0,039	*
ERROR A	3	0,166	0,055			
VARIEDADES	2	9,422	4,711	79,202	0,000	**
INOCULO*VARIEDADES	2	0,155	0,078	1,307	0,307	NS
ERROR B	12	0,714	0,059			
TOTAL	23	10,936				

8. Análisis de Varianza para Rendimiento en Kg/Ha

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	233470,146	77823,382	2,778	0,087	NS
INOCULO	1	147354,413	147354,413	5,261	0,041	*
ERROR A	3	10463,895	3487,965			
VARIETADES	2	269038,260	134519,130	4,802	0,029	*
INOCULO*VARIETADES	2	3331,375	1665,687	0,059	0,943	NS
ERROR B	12	336132,378	28011,031			
TOTAL	23	999790,467				

9. Análisis de Varianza para Número de nódulos

FV	GL	SC	CM	F	P >F (5%)	Sig.
BLOQUE	3	130,907	43,636	5,000	0,018	*
INOCULO	1	135,946	135,946	15,577	0,002	**
ERROR A	3	8,633	2,878			
VARIETADES	2	153,783	76,891	8,811	0,004	**
INOCULO*VARIETADES	2	12,501	6,250	0,716	0,508	NS
ERROR B	12	104,726	8,727			
TOTAL	23	546,496				

ANEXO N° 5

Costo de producción para el cultivo de Frejol

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
EGRESOS				
PREPARACION DE SUELO				
Yunta	Jornal	2	100	200
Deshierbe manual	Jornal	10	50	500
SIEMBRA				
Yunta	Jornal	2	100	200
Semilla (Var. Rojo Oriental)	Kg	71	15	1065
Siembra manual	Jornal	2	50	100
LABORES CULTURALES				
Deshierbe manual	Jornal	7	50	350
Riego	Jornal	1	50	50
Aporque	Jornal	7	50	350
COSECHA Y POST COSECHA				
Corte y amontonado	Jornal	10	50	500
Trilla manual	Jornal	5	50	250
Almacenamiento y empaque	Jornal	1	50	50
Cargado	Jornal	2	50	100
Transporte a La Paz	Viaje	1	400	400
INSUMOS				
Inoculantes	250 gr.	1	25	25
TOTAL EGRESOS (CON INOCULANTES)				
				4140
TOTAL EGRESOS (SIN INOCULANTES)				
				4115
INGRESOS				
VENTA DE FREJOL (CON INOCULANTE)				
	Kg	1378,89	8,69	11982,55
VENTA DE FREJOL (SIN INOCULANTE)				
	Kg	1193,15	8,69	10368,45
B/C (CON INOCULANTE)				
				2,89
B/C (SIN INOCULANTE)				
				2,52

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
PREPARACION DE SUELO				
Yunta	Jornal	2	100	200
Deshierbe manual	Jornal	10	50	500
SIEMBRA				
Yunta	Jornal	2	100	200
Semilla (Var. Carioca)	Kg	38	15	570
Siembra manual	Jornal	2	50	100
LABORES CULTURALES				
Deshierbe manual	Jornal	7	50	350
Riego	Jornal	1	50	50
Aporque	Jornal	7	50	350
COSECHA Y POST COSECHA				
Corte y amontonado	Jornal	10	50	500
Trilla manual	Jornal	5	50	250
Almacenamiento y empaque	Jornal	1	50	50
Cargado	Jornal	2	50	100
Transporte a La Paz	Viaje	1	400	400
INSUMOS				
Inoculantes	250 gr.	1	25	25
TOTAL EGRESOS (CON INOCULANTES)				
				3645
TOTAL EGRESOS (SIN INOCULANTES)				
				3620
INGRESOS				
VENTA DE FREJOL (CON INOCULANTE)	Kg	1202,13	8,69	10446,53
VENTA DE FREJOL (SIN INOCULANTE)	Kg	1074,11	8,69	9333,97
B/C (CON INOCULANTE)				
				2,87
B/C (SIN INOCULANTE)				
				2,58

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
PREPARACION DE SUELO				
Yunta	Jornal	2	100	200
Deshierbe manual	Jornal	10	50	500
SIEMBRA				
Yunta	Jornal	2	100	200
Semilla (Var. Mantequilla)	Kg	42	15	630
Siembra manual	Jornal	2	50	100
LABORES CULTURALES				
Deshierbe manual	Jornal	7	50	350
Riego	Jornal	1	50	50
Aporque	Jornal	7	50	350
COSECHA Y POST COSECHA				
Corte y amontonado	Jornal	10	50	500
Trilla manual	Jornal	5	50	250
Almacenamiento y empaque	Jornal	1	50	50
Cargado	Jornal	2	50	100
Transporte a La Paz	Viaje	1	400	400
INSUMOS				
Inoculantes	250 gr.	1	25	25
TOTAL EGRESOS (CON INOCULANTES)				
				3705
TOTAL EGRESOS (SIN INOCULANTES)				
				3680
INGRESOS				
VENTA DE FREJOL (CON INOCULANTE)	Kg	1105,76	8,69	9609,03
VENTA DE FREJOL (SIN INOCULANTE)	Kg	949,39	8,69	8250,18
B/C (CON INOCULANTE)				
				2,59
B/C (SIN INOCULANTE)				
				2,24