

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL

UNIDAD ACADÉMICA PUERTO RICO



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN VAINITA DE
FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) APLICANDO CUATRO VARIEDAD EN LA
COMUNIDA EL CARMEN MUNICIPIO BELLA FLOR GESTIÓN 2023**

POSTULANTE:

Unv. Ana Justiniano Tuno

ASESOR:

Ing. Agr. Casimiro Montaña Nicolás

PUERTO RICO – PANDO

2023

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis de Grado aprobado el: de del 2023

DATOS

NOMBRE Y APELLIDO

FIRMA

POSTULANTE: Univ. Ana Justiniano Tuno

ASESOR: Ing. Agr. Casimiro Montaña Nicolás

PTE. TRIBUNAL Lic. Saúl Rojas

TRIBUNAL: Ing. Maco Yepes Álvarez

TRIBUNAL: Ing. German Kauko Coimbra

TRIBUNAL: Ing. Yoshiro Aguada Manuyama

AGRADECIMIENTO

Antes que todo, agradezco a DIOS por darme la vida y las fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el camino de lo prudente y darme sabiduría e inteligencia para mejorar día a día y lograr realizarme profesionalmente.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis a mis hijos, a mi esposo, a mi madre, porque gracias a madre y hermanas, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

Al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a mi asesor de tesis, Ing. Agro. Casimiro Montaña Nicolás, por su esfuerzo y dedicación.

Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

Él ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador.

Lo antes mencionado ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como sentirme en deuda con el por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta tesis.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amada madre, que sin ella no lo hubiera logrado, quien con sus palabras de aliento y su apoyo incondicional han sido fundamental en mi vida.

A mi amado esposo Jorge Cordero Guari, por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mi capacidad, aunque hemos pasados momentos difíciles siempre ha estado brindándome comprensión, cariño y amor.

A mis hijos Alexander, Leandro, Greshell y Sharden, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más, y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi amada tía Juana Tuno Patiño, aunque ya no está en este mundo fue mi ejemplo de superación y mi fortaleza.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegría y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos seis años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en el año 2023 en la comunidad del Carmen Municipio de Bella Flor, Departamento Pando, el objetivo es Evaluar el rendimiento productivo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro variedades en la comunidad el Carmen del Municipio de Bella Flor 2023, dependiente de la Universidad Amazónica de Pando, consecuentemente para su desarrollo se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar (BDA), con 4 tratamientos y tres repeticiones, el análisis estadístico se realizó con el programa Excel, para los cálculos del análisis de varianza, y la comparación de medias de la prueba de Tukey al 0.05% de significancia de confiabilidad, se utilizó el método explicativo, aplicativo y experimental con un muestro no probabilístico, donde las variables evaluadas en esta investigación fueron: Altura de planta (cm), Longitud de vaina, numero de vaina y Rendimiento en vaina comercial (Tn/ha), el mejor rendimiento se logró con el tratamiento dos con un resultado de 5.463 (Tn/ha.), seguidamente se realizó un análisis económico en función a la Relación Beneficio/Costo de los tratamientos donde el: T2 con un valor de 5.12 siendo el mejor resultado y rentabilidad, así mismo en conclusión podemos indicar que en todo el proceso de investigación el tratamiento dos fue el de mejor resultado en todas las variables, es importante considerar estos aspecto para obtener mejores resultados además que formaría parte de la seguridad alimentaria de las familias.

Palabras clave: Unidad experimental, estiércol de vacuno, variedad, rendimiento y

ABSTRAC

The present research work was carried out in 2023 in the community of Carmen, Municipality of Bella Flor, Department of Pando, the objective is to evaluate the productive performance of bean cultivation (*Phaseolus vulgaris*) with four varieties in the community of El Carmen, Municipality of Bella Flor 2023, dependent on the Amazonian University of Pando, consequently for its development the experimental design of Random Blocks (BDA) was used, with 4 treatments and three repetitions, the statistical analysis was carried out with the Excel program, for the calculations of the analysis of variance, and the comparison of means of the Tukey test at 0.05% reliability significance, the explanatory, applicative and experimental method was used with a non-probabilistic sample, where the variables evaluated in this research were: Plant height (cm), Pod length, pod number and Yield in commercial pod (Tn/ha), the best performance was achieved with treatment two with a result of 5,463 (Tn/ha), then an economic analysis was carried out based on to the Benefit/Cost Ratio of the treatments where: T2 with a value of 5.12 being the best result and profitability, likewise in conclusion we can indicate that throughout the research process, treatment two was the one with the best result in all the variables. It is important to consider these aspects to obtain better results, in addition to being part of the food security of families.

Keywords: Experimental unit, cattle manure, variety, yield and

INDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1. Formulación del problema.....	3
III. JUSTIFICACION.....	4
IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	5
4.1. Objetivo General	5
4.2. Objetivo Especifico	5
V. HIPOTESIS	6
5.1. Hipótesis nula	6
5.2. Hipótesis alternativa	6
VI. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	7
6.1. Característica del cultivo de frejol.....	7
6.1.1. Origen.....	7
6.2. Producción a nivel mundial de frijol	7
6.3. Rendimientos, producción a nivel nacional e importancia en Bolivia	8
6.4. Importancia del cultivo de frijol	8
6.5. Requerimiento nutricional de la vainita.....	9
6.6. Valor nutricional de la vainita	9
6.7. Clasificación taxonómica.	10
6.7.1. Características morfológicas	10
6.8. Requerimientos Agroecológicos.....	14
6.8.1. Clima	14
6.8.2. Suelo.....	15

6.9.	Manejo del cultivo	16
6.9.1.	Preparación del terreno	16
6.9.2.	Siembra.....	17
6.9.3.	Densidad de siembra.....	17
6.9.4.	Sistemas de Siembra.....	18
6.9.5.	Fertilización	19
6.9.6.	Control de malezas	21
6.9.7.	Control de Plagas y Enfermedades.....	21
6.9.8.	Riego.....	22
6.9.9.	Cosecha.....	23
6.9.10.	Habito de Crecimiento de la planta de frijol.....	23
6.9.11.	Fenología del cultivo	24
VII.	MATERIALES Y METODOS.....	26
7.1.	Ubicación de la investigación.....	26
7.2.	Materiales	27
7.3.	Métodos	28
7.3.1.	Tipo de investigación	28
7.3.2.	Método de Investigación	28
7.3.3.	Diseño de Investigación.....	29
7.3.4.	Análisis estadístico y pruebas de significancia	29
7.4.	Área de campo experimental	29
	Fuente: Elaboración propia 2023.....	30
	Fuente: Elaboración propia 2023.....	31
	Fuente: Elaboración propia 2023.....	31
7.5.	Procedimiento del estudio experimental.....	32
<input type="checkbox"/>	De las labores culturales	33
<input type="checkbox"/>	De la cosecha y su comercialización	34
7.6.	Evaluación y toma de datos del estudio	35

VIII.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	38
IX.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS.....	50
9.1.	Relación-beneficio costo por tratamientos	50
X.	DISCUSIÓN DE RESULTADO.....	51
XI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
11.1.	Conclusiones.....	54
11.2.	Recomendaciones	55
XII.	BIBLIOGRAFIA	56
XIII.	ANEXO	60

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 <i>Requerimiento nutricional para 1 Ha del cultivo de vainita</i>	9
Tabla 2 <i>clasificación taxonómica del frejol</i>	10
Tabla 3. <i>Principales plagas que afectan al frejol y su manejo según Peralta et al. (1998)</i>	21
Tabla 4. <i>Enfermedades comunes en el frejol y su control</i>	22
Tabla 5. <i>Etapas fenológicas del cultivo de frejol</i>	25
Tabla 6 <i>Material genético e insumos</i>	27
Tabla 7 <i>Materiales de campo</i>	27
Tabla 8 <i>Materiales de gabinete</i>	28
Tabla 9	30
Tabla 10 <i>Aleatorización de los tratamientos</i>	31
Tabla 11 <i>Tratamientos en estudio</i>	31
Tabla 12 <i>Resultados de altura de planta de planta del cultivo de frijol de las unidades experimentales</i>	35
Tabla 13 <i>Resultados de la longitud de vaina del cultivo de frijol de las unidades experimentales</i>	36
Tabla 14 <i>Resultados del número de vaina del cultivo de frijol de las unidades experimentales</i>	36
Tabla 15 <i>Rendimiento peso total de vainita cultivo de frijol en (gr.) de las unidades experimentales</i>	37
Tabla 16 <i>Rendimiento peso total de vainita cultivo de frijol en (Tn/ha)</i>	37
Tabla 17 <i>Análisis de varianza (ANVA) altura planta del frijol (Phaseolus vulgaris) a los 29 días del ciclo del cultivo</i>	38
Tabla 18 <i>Prueba de TUKEY de la altura de planta del frijol (Phaseolus vulgaris) en (cm.) evaluación de comparación de medias a los 29 días del ciclo del cultivo</i>	39
Tabla 19 <i>Análisis de varianza (ANVA) altura planta del frijol (Phaseolus vulgaris) a los 36 días del ciclo del cultivo</i>	40
Tabla 20 <i>Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para la altura de planta a los 36 días del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris), obtenido con cada tratamiento</i>	40

Tabla 21 <i>Análisis de varianza (ANVA) altura planta del frijol (Phaseolus vulgaris) a los 43 días del ciclo del cultivo</i>	41
Tabla 22 <i>Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para la altura de planta a los 43 días del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris), obtenido con cada tratamiento</i>	42
Tabla 23 <i>Análisis de varianza (ANVA) Longitud de vaina del frijol (Phaseolus vulgaris) a la finalización del ciclo del cultivo en (cm)</i>	43
Tabla 24 <i>Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para la longitud de vaina a la finalización del ciclo del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris), obtenido con cada tratamiento</i>	44
Tabla 25 <i>Análisis de varianza (ANVA) número de vaina del frijol (Phaseolus vulgaris) a la finalización del ciclo del cultivo en (cantidad).</i>	45
Tabla 26 <i>Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para el numero de vaina a la finalización del ciclo del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris), obtenido con cada tratamiento</i>	45
Tabla 27 <i>Análisis de varianza (ANVA) peso de la cosecha (gr.) de vaina de frijol (Phaseolus vulgaris) a la finalización del ciclo del cultivo en (201.5m²)</i>	46
Tabla 28 <i>Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para el peso de la cosecha (gr.) en (201.5 m²) a la finalización del ciclo del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris)</i>	47
Tabla 29 <i>Análisis de varianza (ANVA) peso de la cosecha (gr.) de vaina de frijol (Phaseolus vulgaris) a la finalización del ciclo del cultivo en (Tn/ha.)</i>	48
Tabla 30 <i>Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para el peso de la cosecha (gr.) en 36 m² a la finalización del ciclo del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris), obtenido con cada tratamiento</i>	49
Tabla 31 <i>Relación Beneficio/Costo de los tratamientos en estudio por (Tn/ha)</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 <i>Raíz de la planta del frejol</i>	11
Figura 2 <i>Tallo de la planta del frejol</i>	12
Figura 3 <i>Hojas del cultivo de frejol</i>	12
Figura 4 <i>Flor del cultivo de frejol</i>	13
Figura 5 <i>Frutos del cultivo de frejol</i>	13
Figura 6 <i>Semilla del cultivo del frejol</i>	14
Figura 7 <i>Tipos de hábitos de crecimiento del frejol</i>	24
Figura 8 <i>Altura de Planta de frijol (Phaseolus vulgaris) en (cm.), evaluados a los 29 días del ciclo de desarrollo de la planta.</i>	39
Figura 9 <i>Altura de Planta de frijol (Phaseolus vulgaris) en (cm.), evaluados a los 36 días del ciclo de desarrollo de la planta.</i>	41
Figura 10 <i>Altura de Planta de frijol (Phaseolus vulgaris) en (cm.), evaluados a los 43 días del ciclo de desarrollo de la planta</i>	43
Figura 11 <i>Longitud de vaina de frijol (Phaseolus vulgaris) en (Unidades), evaluados a la finalización del ciclo del cultivo</i>	44
Figura 12 <i>Numero de vainas del frijol (Phaseolus vulgaris) en (unidades), evaluados a la finalización del ciclo del cultivo.</i>	46
Figura 13 <i>Peso de vainas en la cosecha del frijol (Phaseolus vulgaris) en (gr.), evaluados a la finalización del ciclo del cultivo</i>	48
Figura 14 <i>Peso de vainas en la cosecha del frijol (Phaseolus vulgaris) en (gr.), evaluados a la finalización del ciclo del cultivo (Tn/ha.)</i>	49

INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1 <i>fotografías del proceso de investigación</i>	60
Anexo 2 <i>Croquis del experimento</i>	67
Anexo 3 <i>Formularios de toma de datos de la investigación</i>	68
Anexo 4 <i>Costos de producción por tratamientos</i>	70
Anexo 5 <i>Tablas utilizadas en la evaluación de la investigación</i>	74

I. INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), es un cultivo originario de América del Sur y América central, cuyas raíces de su existencia se extienden desde México hasta el norte de Argentina, particularmente con climas mesotérmicos, vegetación baja y estaciones alternas. Su cultivo masivo es esencialmente por sus múltiples cualidades nutritivas y mejorador del suelo, entre otros. (Mamani, 2016).

De acuerdo con la FAO, (2009), citado por RED SICTA (2010) el frijol común (*Phaseolus vulgaris L*) se cultiva en 129 países. En el 2008, la producción mundial fue de 20, 935,000 t, con un rendimiento promedio mundial de 730 kg ha-1. Entre los países más productores se destacan en orden de importancia, expresados en porcentaje de la producción mundial, India 19%, Brasil 17%, Myanmar 12%, Estados Unidos 6% y México 6 %. (Citado en Duarte, 2018)

Según Singh, (1999) menciona que 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, (Aguilar, 2015).

Según Mamani, (2016) indica que las leguminosas tienen muchas ventajas respecto de otros cultivos, especialmente en el plano alimenticio y en el recurso suelo, debido a que gran parte de sus especies tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico mejorando de esta manera, su contenido de proteína e incrementando nitrógeno al suelo. EL COMERCIO. (2011) menciona que el fréjol, también llamado judía, frijol o poroto, es infaltable en la mesa de los ecuatorianos. Aunque se lo puede consumir tierno, la mayor parte se cosecha seco. (Citado en Holguin, 2015).

La vainita, es una variedad de fréjol desarrollada para consumo como vainas verdes, caracterizadas por tener alto contenido de fibras. Su importancia puede ser medida, su valor nutritivo, la demanda creciente del público consumidor y su valor estratégico a nivel de una determinada área geográfica y fuente de ingresos, entre otros. La importancia de la vainita dentro del grupo de hortalizas está determinada en gran parte por su precio, calidad y compatibilidad con los alimentos básicos de la dieta diaria. El consumo promedio de vainitas en el área urbana es mayor que en el área rural, lo cual sugiere que la demanda potencial para este cultivo, crecerá rápidamente en el futuro (Cepeda, 2012).

Según Fernández, (1993). Indica que 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, (Citado en Mamani, 2016).

En el Departamento de Pando la producción de frijol no está considerado como uno de los productos prioritarios por estas razones que no se cuenta con una información clara donde se ve algunos datos que no están completos es por esto que se necesita realizar investigaciones para tener datos que nos permitan a futuro implementar e introducirse a una producción más significativa aun como de subsistencia

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a los datos obtenidos de campo que se han registrado en las estadísticas de producción en el Ministerio de Agricultura efectuada el año 2011, se indica que el rendimiento actual de frijol es muy bajo igual a 1200 Kg/ha, por lo que se necesita introducir variedades que se adapten y tengan buen rendimiento Las diversas clases comerciales de frijol presentes en la zona son susceptibles a enfermedades que para el control requieren el uso de productos químicos como fungicidas. Las diversas clases comerciales de frijol presentes en la zona son susceptibles a enfermedades que para el control requieren el uso de productos químicos como fungicidas. (Quenter, 2013).

En el departamento de pando la produccion de frijol no es muy difundido por las instituciones del lugar donde los agricultores se dedican en gran parte a la recoleccion de frutos amazonicos como ser el asai castaña la explotacion maderable en su generalidad los agricultores son etractivistas por lo mismo no le dan la importancia a la agricultura por no tener conocimiento sobre el manejo del cultivo, falta de semilla adaptadas y mejoradas, falta de apoyo institucional al insentivo de la produccion de este rubro por estas causas la poblacion se encuentra en una inseguridad alimentaria por el bajo consumo del frejol que causan a futuro dependiendo de la produccion de los vecinos paises como Peru Brasil, desnutricion especialmente en los niños, falta de recursos de las familias, falta de politicas de promocion la seguridad alimentaria, de esta forma no se tiene imformacion sobre la produccion y bondades nutricionales del frjol.

2.1. Formulación del problema

¿De qué manera se evaluará el rendimiento productivo de frejol en vainita aplicando cuatro variedades de frijol en la comunidad el Carmen Municipio de Bella Flor en la gestión 2023?

III. JUSTIFICACION

En la actualidad se cuenta con muchas variedades de frijol liberadas por los Centros de Investigación y Estación Experimentales, semillas obtenidas en varias generaciones que actualmente ya existen semillas recomendadas para la producción en Bolivia que tengan características de rendimiento, resistentes a enfermedades. Estas variedades como oferta tecnológica constituyen una opción para los agricultores que puedan utilizar para la producción y comercialización. En Bolivia, el consumo de frejol es muy reducido, debido a la falta de conocimiento sobre el manejo del cultivo, ricos en proteína, como las leguminosas: soya, haba, arveja y otros que reemplaza las proteínas de origen animal.

En la actualidad los Habitantes de las comunidades del Municipio de Bella Flor tienen un alimentación precaria basados en el consumo de alimentos bajos o nada en proteínas como la yuca, maíz, plátano y otros, estas razones nos da la necesidad de realizar y comprobar variedades de frijol, donde se podrá conocer el comportamiento y rendimientos que a futuro sean utilizadas por los agricultores , de esta manera podrán tener una seguridad alimentaria más adecuada, el frejol debe de ser un cultivos más de prioridad en la necesidad de incorporar como dieta diaria en el consumo de los alimentos de esta manera permitirá mejorar las condiciones alimenticias y económicas de la población.

Mediante la Presente investigación se pretende evaluar el rendimiento productivo del cultivo de frijol con diferentes variedades que a su vez nos permitirá determinar cuál especie tiene mayor adaptabilidad y rendimiento, y que contribuya, supla los requerimientos nutricionales de las familias con el consumo de una hortaliza en vaina de valor nutricional.

Los Resultados que se obtendrán vendrán a beneficiar hacia los Agricultores, instituciones gubernamentales y privadas y/o personas vinculadas a la producción agrícola, así mismo este documento servirá como guía de información para estudiantes o cualquier persona en particular que desee continuar con diferentes estudios.

IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

4.1. Objetivo General

Evaluar el rendimiento productivo del cultivo de frijol con cuatro variedades en la comunidad el Carmen del Municipio de Bella Flor 2023.

4.2. Objetivo Especifico

- Determinar que variedades presentan un mejor rendimiento en cultivo del frijol en vainita.
- Determinar el comportamiento y desarrollo del cultivo de frijol.
- Efectuar un análisis económico y el beneficio costo del cultivo de frejol en vainita.

V. HIPOTESIS

5.1. Hipótesis nula

“La aplicación de cuatro variedades de frijol no presentan diferencia significativa en el rendimiento de frijol en vaina”.

Expresado de otra forma, la hipótesis nula planteada nos indica la no diferencia significativa entre tratamientos:

$$\mathbf{H_0: H_1 = H_2}$$

5.2. Hipótesis alternativa

“La aplicación de cuatro variedades de frijol determina diferencias significativas en el rendimiento de frijol en vaina”

Expresado de otra forma, la hipótesis alternativa señala la diferencia significativa entre tratamientos:

$$\mathbf{H_a: H_1 \neq H_x}$$

Dónde: **H_x** es independiente de **H₁** o de los de más tratamientos

VI. REVISION BIBLIOGRAFICA

6.1. Característica del cultivo de frejol

6.1.1. Origen

Según INIA, (s/f), menciona que “los indicios más antiguos datan del año 5000 a.c., la vainita se originó en América y un gran número de sus especies fueron descubiertas en Mesoamérica y en el lado oriental de los andes de Sudamérica”. Casseres, (1966). En la “época precolombina, desde Canadá hasta Chile, se cultivaba en todas sus formas, siendo de origen americano” Chiappe, (s/f). Su cultivo se difundió a partir del siglo XVI gracias a los españoles. Colon en su primer viaje a Cuba conoce esta leguminosa, llevándolo a Europa donde finalmente se adapta y se extiende por los diversos países con condiciones de clima templado. (Citado en Mori, 2017).

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 (Tello, 2018) 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. (Aguilar, 2015).

6.2. Producción a nivel mundial de frijol

Según Rural, (2017). Menciona que Los principales países exportadores del frejol en el mundo durante el año 2015 fueron: China con 311.452 toneladas con una participación del 19%, seguido por Argentina con 354.706 toneladas con una participación del 16%; Estados Unidos con 217.103 toneladas con una participación del 10%. Por último, Bolivia se

encuentra en la posición 14 a nivel mundial de las exportaciones de frejol, generando 20.122 toneladas con una participación del 1% del valor en las exportaciones mundiales, Cedrssa, (2020), La producción mundial acumulada de 2012-2018, los principales países productores de frejol en el mundo son: La India con 17.3%, seguido de la Birmania con 16.0%, Brasil con 10.3%, Estados Unidos con el 4.9%, China y Tanzania con el 4.1%, ocupando el séptimo lugar México con el 4.0% (Citado en Condori, 2021).

6.3. Rendimientos, producción a nivel nacional e importancia en Bolivia

Según el CIAT (2001) menciona que el frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.), se considera uno de los alimentos básicos en la dieta humana y su consumo diario desde el punto de vista nutricional aporta entre el 15-30% del hierro y las proteínas de origen vegetal al organismo humano con 3400 k/cal cada kg de alimento consumido, por estas razones constituye la leguminosa alimenticia más importante en la nutrición de mujeres y niños ubicándose en una posición ventajosa respecto a otros alimentos de origen vegetal, además tiene gran importancia económica pues genera ingresos para millones de pequeños agricultores (Citado en Quispe, 2017).

6.4. Importancia del cultivo de frijol

Camarena, F. (1999), dice que el frijol es una de las principales leguminosas de grano alimenticio en el mundo. Tiene un alto contenido de proteína (18- 23%) y es comparativamente rico en aminoácidos esenciales (lisina y triptófano). El frijol sin embargo, se siembra generalmente como un cultivo secundario, para autoconsumo, en lotes pequeños en asociación o seguido por uno principal. Guamán, (2004), refieren que las dos familias vegetales más cultivadas e importantes por su consumo a nivel mundial son las gramíneas (arroz, maíz, trigo, etc.) y las leguminosas (fréjol, soya, maní, etc.). El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se utiliza en la alimentación humana, en forma de vainas inmaduras (vainitas) y granos tiernos o secos; en nuestro medio es un componente básico de la canasta familiar. Su

alto contenido de proteínas en estado seco (22 %) y carbohidratos, contribuyen a mejorar la dieta de la alimentación humana. (Citado en Quenter, 2013).

6.5. Requerimiento nutricional de la vainita

Los requerimientos nutricionales para cultivos de vainita con respecto al área de siembra.

Tabla 1 *Requerimiento nutricional para 1 Ha del cultivo de vainita.*

Componentes de la cosecha	Kg. /Ha.					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Vainas	32	4	22	4	4	10
Tallos	65	5	71	50	14	15
Total	97	9	93	54	18	25

Fuente: Arias et. al., 2007.

6.6. Valor nutricional de la vainita

Las Vainitas son alimentos ricos en fibra, fosfatos, potasio y hierro (de peor absorción que el procedente de alimentos de origen animal), aunque su componente principal son los hidratos de carbono. Así mismo aportan una cantidad importante de proteína vegetal, de peor calidad (por ser deficitarias en un aminoácido esencial, la metionina) que la de origen animal, las vainitas combinadas en un mismo plato con cereales como el arroz, dan lugar a una proteína tan completa como la de cualquier alimento de origen animal. (Vela, 2010).

6.7. Clasificación taxonómica.

El frijol común es una planta anual, herbácea, cultivada en zonas tropicales hasta en zonas templadas, se caracteriza por ser una especie termófila es decir que no soporta las heladas. (Ortubé, 1992)

Este mismo autor, menciona que la taxonomía de este cultivo es la siguiente:

Tabla 2 *clasificación taxonómica del frejol*

Orden	Rosales
Familia	Leguminosas
Sub familia	Papilionoidae
Tribu	Phasolae
Sub tribu	Phaseolinae
Genero	Phaseolus
Especie	Vulgaris
Nombre científico	Phaseolus vulgaris L

Fuente: Ortubé (1992).

6.7.1. Características morfológicas

- **Descripción de la raíz.** En la primera etapa se observa la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Pocos días después se observan las raíces secundarias que se desarrollan en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz, el sistema radical tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos (Condori, 2021).

Los mismos autores indican que *Phaseolus vulgaris* presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos tienen forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2 a 5 milímetros. Son colonizados por bacteria del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico, que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta. (Condori, 2021).



Figura 1 *Raíz de la planta del frejol*

Fuente: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5991/1/CPA-2017-039.pdf>

- **Descripción del tallo.** El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. Desde la germinación, y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, el tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis, tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, y puede ser erecto, semipostrado y postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad Arias, et al, (2007). Debouck, et al, (1991) citado por Plasencia (2009), indica que, presenta una forma herbácea cilíndrica, ligeramente angular con numerosos nudos (8 - 25) y entre nudos, con tallo de porte erecto semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad. (Citado en Condori, 2021).



Figura 2 Tallo de la planta del frejol

Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/ramas.htm

- **Descripción de las hojas** El primer par de hojas, que se origina a partir de los cotiledones, es opuesto y de forma acorazonada. Las hojas definitivas forman tres folíolos; el central es ovoide y simétrico, y los laterales son asimétricos. El tamaño varía con el cultivar y las condiciones de cultivo (Valladares, 2010).

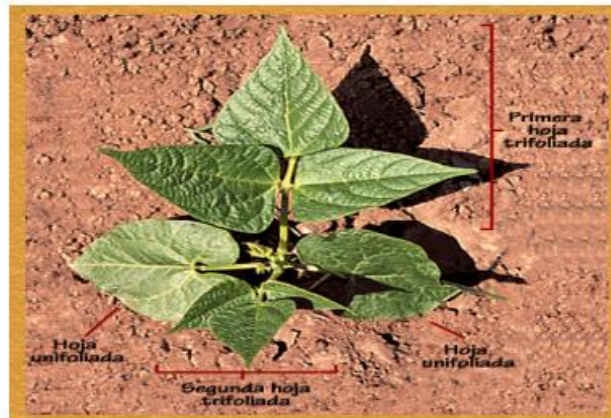


Figura 3 Hojas del cultivo de frejol

Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/ramas.htm

- **Descripción de la flor.** La flor contiene los dos órganos sexuales de la planta. En los estambres se produce el polen que cuando cae en los pistilos producen la semilla o

el grano. El cáliz es un tubo acampanado hacia el ápice que se divide en cinco lóbulos, dos de los cuales se encuentra parcialmente unidos; la corola rosa-purpura a casi blanca, de cinco pétalos desiguales, el más extremo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte (Armando, et al, 2011).



Figura 4 *Flor del cultivo de frejol*

Fuente: <https://www.bioenciclopedia.com/frijol-comun/>

- **Descripción de frutos o vainas.** El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Dos suturas aparecen en la unión de las valvas: la sutura dorsal, llamada placentar, y la sutura ventral, Los óvulos, que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar (Arias, et al, 2007).



Figura 5 *Frutos del cultivo de frejol*

Fuente: <https://www.semillasdeidentidad.org/es/catalogo?categoria=0a98654a095a8f9072170443a0c b184>

- **Descripción de la semilla.** Las semillas de frejol presentan una gran variación de colores, formas y tamaños; entre los colores se puede señalar el blanco, amarillo, beige, café, rojo, negro o combinaciones de algunos de ellos; las formas, en tanto, pueden ser cilíndricas, arriñonadas, esférica, ovaladas, etc., (Vargas, 2013).



Figura 6 *Semilla del cultivo del frejol*

Fuente: Fotografía de Vargas 2013

6.8. Requerimientos Agroecológicos

6.8.1. Clima

Según Vigliola et al., (1992) indica que el frijol es una especie de clima templado-cálido, por lo tanto, muy sensible a las heladas en cualquier estado de desarrollo. La temperatura media mensual óptima es de 16 a 20°C, la mínima mensual óptima oscila entre 15 a 24°C, no soporta temperaturas mayores a los 35°C es por lo que se debe mencionar que las temperaturas bajas infieren en el desarrollo del cultivo inhibiendo y retardando el crecimiento.

El requerimiento de agua durante el ciclo de frijol es de 350 – 400 mm, con periodos críticos como la prefloración, floración y fructificación. El frijol requiere buena luminosidad para su desarrollo óptimo, las variedades tropicales son neutras en cuanto a fotoperiodo se refiere lo que favorece a la precocidad de la planta. Menciona que la mayoría de las

variedades, los días cortos tienden a desarrollar el periodo reproductivo, por lo que se acepta que el frijol es una planta de días cortos Ortubé, et al., (1994). El cultivo necesita entre 300 a 400 mm de lluvia. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades Castañeda, (2005). (Citado en Mamani, 2006).

Es una especie de origen tropical que se adapta a climas de valle y sub trópico. Se desarrolla y produce mejor a temperaturas entre 18 °C y 24 °C, pero algunas variedades también producen en zonas más frías o más calurosas. Las temperaturas mínimas para su buen desarrollo están relacionadas con las etapas del cultivo, de 8 °C a 10 °C para la germinación, 15 °C para la floración y de 18 °C a 20 °C para la madurez. En términos generales, las temperaturas bajas retardan el crecimiento, mientras que las temperaturas altas lo aceleran. En lugares calurosos se puede producir satisfactoriamente, siempre que las temperaturas nocturnas no sean muy elevadas, ya que las noches calientes comúnmente inducen a la caída de flores. (FAO, 2018)

6.8.2. Suelo

Se recomienda que los suelos para el cultivo de frijol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico no con menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco-limosos y franco-arcilloso ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo Castañeda, (2005). Vigliola et al., (1992), mencionan que la planta de frijol se desarrolla mejor en suelos sueltos, es decir en suelos con textura franco, franco-arenoso, profundos, permeables y con un buen drenaje. No resiste condiciones de salinidad, alcalinidad ni mucha acidez, con pH óptimo de 5,5 – 6,8. Según el CIAT-Santa Cruz (1991), los suelos ideales para el desarrollo del cultivo de frijol son aquellos que presentan buenas propiedades físicas, buen drenaje, aireación y fertilización además de un perfil de 30 a 60 cm de profundidad. (Citado en Mamani, 2006).

El cultivo de frijol se puede establecer en una diversidad de suelos con características variables. Se comporta bien desde 200 m a 2 900 m de altura. Se deben seleccionar terrenos con suelos que permitan el crecimiento radicular hasta por lo menos 35 cm a 40 cm, de manera que las plantas puedan tener suficiente humedad y nutrientes para su desarrollo. Deben ser suelos sueltos y porosos, que permitan la infiltración adecuada del agua y que el exceso se mueva hacia capas más profundas, con buena aireación que permita la respiración normal de las raíces y de los microorganismos simbióticos. En esa capa de suelo no deben existir rocas, capas endurecidas o impermeables para evitar encharcamientos (FAO, 2018).

Es muy susceptible a alta acidez del suelo, sobre todo cuando se presenta asociada a niveles tóxicos de aluminio y manganeso. Los valores de pH más apropiados para su cultivo varían de ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, entre 6 y 7,5, y no tolera condiciones de salinidad, excepto si se utiliza tecnología de riego que le da moderada tolerancia. (FAO, 2018).

6.9. Manejo del cultivo

6.9.1. Preparación del terreno

Según Jimenez, 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. Rosas (2003). 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, (Citado en Jimenez, et al 1996).

6.9.2. 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. (Citado en Jimenez, et al 1996).

6.9.3. 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: (Citado en Jimenez, et al 1996).

- 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. (Citado en Jimenez, et al 1996).

6.9.4. Sistemas de Siembra

Sistema mecanizado Meneses et al (1996) recomiendan la utilización de maquinaria agrícola una vez realizada la preparación mecanizada del suelo. (Citado en Jimenez, et al 1996).

6.9.4.1. 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).

6.9.4.2. 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.

6.9.4.3. 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.

6.9.5. 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.

6.9.5.1. Inoculante

Los rhizobios 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 rhizobios 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. (Jimenez, et ali, 1996).

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.

✓ **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. (Citado en Jimenez, et al, 1996).

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.

6.9.6. 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)

6.9.7. 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. (Citado en Jimenez, et al, 1996)

Tabla 3. 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 (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus*) y oídio (*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. (Citado en Jimenez, et al, 1996).

Tabla 4. *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 phaseolicola</i>)	Kasugamicina	Kasumin	500 cc / 200 L de agua

Fuente: Peralta et al., 1998

6.9.8. 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). (Citado en Jimenez, et al, 1996).

6.9.9. 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. Pagina. 17 IICA (1989) menciona que para obtener vainas frescas, puede ser cosechada a los 15 o 20 días después del inicio de la floración. (Citado en Jimenez, et al, 1996)

6.9.10. Habito de Crecimiento de la planta de frijol

Según estudios hechos por él (CIAT, 1986), se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales. (Citado en Condori, 2021)

- **Tipo I - Hábito de crecimiento determinado arbustivo:** El tallo principal es vigoroso y presenta 5 a 10 internodos comúnmente cortos. La altura de las plantas varía normalmente entre 30 y 50 cm (aunque existen casos de plantas enanas con 15 a 25 cm de altura). El crecimiento de la planta se detiene una vez aparece la inflorescencia que se ubica en la punta del tallo principal y en las ramas laterales. La etapa de floración es rápida y la madurez de las vainas ocurre en forma bastante concentrada.
- **Tipo II - Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo:** El crecimiento de la planta es erecto, el número de ramas es bajo y el tallo principal normalmente desarrolla una guía de escaso crecimiento. El crecimiento en los tallos continúa después de la floración.
- **Tipo III - Hábito de crecimiento indeterminado postrado:** La etapa de floración es más prolongada que en los hábitos Tipo I y II, y la madurez de sus vainas es bastante menos concentrada. Las plantas presentan un hábito postrado o semipostrado, con un

gran sistema de ramificación. Si el tallo principal y sus múltiples ramificaciones cuentan con algún tipo de soporte, la planta puede presentar aptitud trepadora a partir de las guías que presentan en su parte terminal (se presentan luego de iniciada la floración); los internudos de las guías son mucho más largos que los internudos de los tallos.

- **Tipo IV - Hábito de crecimiento indeterminado trepador:** Las ramas son pocas y el tallo principal puede tener de 20 a 30 nudos y alcanzar hasta 2 metros de altura o más si es guiado. La floración se prolonga durante varias semanas, pudiendo presentarse vainas casi secas en la parte basal de la planta, mientras en la parte alta continúa la floración (Bogotá, 2015). (Citado en Condori, 2021).

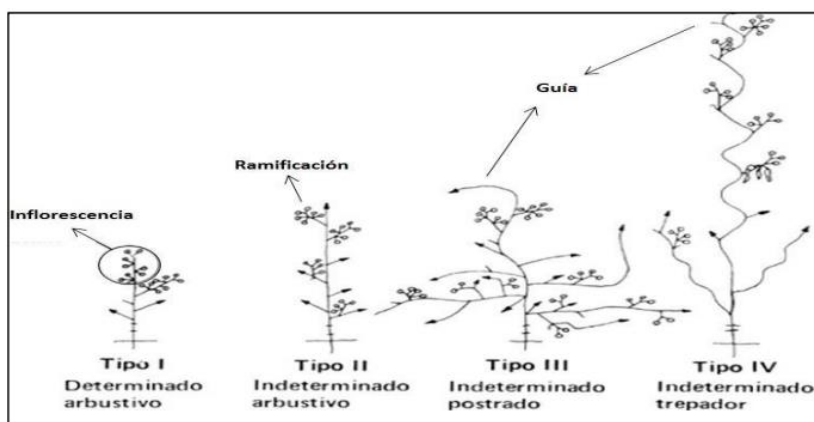


Figura 7 Tipos de hábitos de crecimiento del frejol

Fuente: Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito, 2015.

6.9.11. Fenología del cultivo

En el sistema de evaluación estándar de germoplasma de frejol, se utilizan las etapas de desarrollo descritas: (Aguilar, 2015).

Tabla 5. *Etapas fenológicas del cultivo de frejol*

ETAPA	ESCRIPCION
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.

VII. MATERIALES Y METODOS.

7.1. Ubicación de la investigación

El Carmen forma parte de la provincia de Nicolás Suárez, y de la cual se encuentra en la parte central de dicha provincia, en el extremo norte de Bolivia. Este municipio consta con 36 comunidades, de ellas la vía de acceso es 43 por tierra Tiene una superficie territorial de 5107 km², una población estimada de 3909 habitantes y una densidad poblacional de 0.01 hab./km².

El municipio De Bella Flor tiene altitud aproximada de 220 metros sobre el nivel del mar. El municipio limita al norte con la Republica de Brasil, al sur por el municipio de Puerto Rico y Filadelfia al este por el municipio de Santa Rosa del Abuna, y al oeste por el municipio de Porvenir

Latitud y Longitud

Geográficamente está comprendida entre las coordenadas 67° 85` 00” longitud Sur y de 11° 68` 33· Longitud Oeste.

7.2. Materiales

Tabla 6 *Material genético e insumos*

Detalle	Unidad	Cantidad
Semilla de Frijol Var. Negro	Kg	1
Semilla de Frijol Var. Carioca	Kg	1
Semilla de Frijol Var. Rosita	Kg	1
Semilla de Frijol Var. Rojo	Kg	1
Estiércol descompuesto de Vacuno	qq	30
Fungicida preventivo grado de toxicidad de cinta verde	Litros	1
Insecticida preventivo grado de toxicidad cinta verde	Litros	1

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 7 *Materiales de campo*

Detalle	Unidad	Cantidad
Azadones	Pieza	3
Rastrillos	Pieza	3
Wincha métrica de 50 m	Pieza	1
Flexómetro de 10 m.	Pieza	1
Estacas	Pieza	52
Letreros de madera	Pieza	12
Pinturas color blanco	Pieza	1
Tinta para impresora	Pieza	1
Machetes	Pieza	2
Balanza de precisión	Pieza	1
Tableros de campo	Pieza	1
Balde de 10 Litros	Pieza	2
Mochila fumigadora	Pieza	1

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 8 *Materiales de gabinete*

Fuente: Elaboración propia 2023

Detalle	Unidad	Cantidad
Dispositivo Móvil	Pieza	1
Computadora	Pieza	1
Impresora a color	Pieza	1
Memoria USB	Pieza	1
Hojas de papel Bonn Tamaño carta	Pieza	2
Lapiceros de color rojo y azul	Pieza	4
Cuadernos de 50 Hojas espiral	Pieza	1

7.3. Métodos

7.3.1. Tipo de investigación

El tipo de la investigación según su manipulación de variables y la finalidad reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, explicativa y experimental.

7.3.2. Método de Investigación

En esta investigación se empleó el método experimental para poder evaluar y cuantificar del manejo agronómico del cultivo de frejol, están constituidas por las siguientes etapas:

7.3.3. Diseño de Investigación

Se realizó el diseño de bloques al azar (DBA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones en tres bloques. Para el análisis estadístico de las variables en evaluación, se presenta el modelo lineal aditivo será el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Valor estimado de la variable

μ = Media general

α_i = Efecto de los tratamientos

β_j = Efecto de los bloques

ϵ_{ij} = Efecto de la aleatorización

7.3.4. Análisis estadístico y pruebas de significancia

A los resultados que se obtendrán en campo se les aplicara un análisis de varianza simple y análisis de efecto entre factores para las variables seleccionadas y en aquellas que se obtuvo significancia se realizara la comparación de medias según la prueba de rango múltiple de Tukey al 5%; de significancia.

7.4. Área de campo experimental

Las especificaciones del área experimental son las siguientes:

a) Dimensión de la Unidad Experimental

- Largo: 3m.
- Ancho: 3m.
- Área total: 9 m²
- N° de plantas en la Unidad experimental 300 plantas

- N° repeticiones: 3
- N° de unidades experimentales: 12

b) Dimensión de parcela experimental:

- Largo: 15.5 m
- Ancho: 13 m
- Área total 201.5 m²
- N° de plantas por unidad experimental: 25 plantas
- Distancia entre surco: 0.50 m
- Distancia entre planta: 0.50 m

Tabla 9 *De los tratamientos*

BLOQUE	TRATAMIENTO TRES REPETICIONES	APLICACIONES DE VARIEDADES DE SEMILLA
I	T1	Variedad Negro
	T2	Variedad Rojo
	T3	Variedad Rosita
	T4	Testigo Variedad Carioca
II	T1	Variedad Negro
	T2	Variedad Rojo
	T3	Variedad Rosita
	T4	Testigo Variedad Carioca
III	T1	Variedad Negro
	T2	Variedad Rojo
	T3	Variedad Rosita
	T4	Testigo Variedad Carioca

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 10 Aleatorización de los tratamientos

N°	TRATAMIENTOS	ALEATORIZACION		
		I	II	III
1	T1	T4	T2	T3
2	T2	T1	T3	T4
3	T3	T2	T4	T1
4	T4	T3	T1	T2

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 11 Tratamientos en estudio

N° ORDEN	TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	T1	Variedad Negro con una D/S de 50 x 50 cm.
2	T2	Variedad Rojo con una D/S de 50 x 50 cm.
3	T3	Variedad Rosita con una D/S de 50 x 50 cm
4	T4	Testigo Variedad carioca con una D/S de 50 x 50 cm

Fuente: Elaboración propia 2023

d) Población experimental

Para la presente investigación la población se constituyó por toda el área experimental de 201,5 m². Un total de 300 plantas.

e) Muestra experimental

La muestra experimental es no probabilística porque se podrá seleccionar de acuerdo al investigador y se utilizará el método del zig zag para la toma de datos 15 plantas por cada tratamiento, teniendo un total de plantas evaluadas en toda el área experimental de 201,5 m²

f) Factor experimental del estudio

En la investigación se evaluará el efecto de la aplicación de Cuatro variedades en estudio en el rendimiento del frijol en vaina.

7.5. Procedimiento del estudio experimental

- **Selección y preparación del campo experimental**

La preparación de campo, del terreno experimental se realizó fecha 9 de enero 2023 manualmente, terreno en descanso de 4 años,

La limpieza de la parcela experimental de todos los componentes de rastrojos como troncos de plantas y residuos vegetales.

La remoción de las Unidades experimentales se realizó manualmente a una profundidad de 25 cm, y l nivelación correspondiente de la unidad experimental en un total de área de 201.5 m²

- **Demarcación del campo experimenta**

Para la demarcación de la parcela experimental, se empleó lienzos y wincha para la delimitación del campo experimental, 4 estacas de 1,20 m para el contorno de la parcela, 48 estacas de 60 cm para las unidades experimentales de 3m x 3m un total de 9m² y se demarcará de acuerdo a las dimensiones establecidas por el diseño para su evaluación se utilizarán estacas de color blanco por cada unidad experimental y la parcela experimental, se colocará un letrero de identificación para cada unidad experimental.

- **Del Material genético**

Se empleó semillas de frijol seleccionada procedente de las casas comercializadoras autorizadas del país. Se utilizó gr. de semilla por unidad experimental de las siguientes variedades:

- ✓ Variedad rosita 54 gr.
- ✓ Variedad roja 72 gr.
- ✓ Variedad carioca 55 gr.
- ✓ Variedad negra 57 gr.

- **Siembra**

La siembra se realizó de forma manual, empleando tres semillas de frijol por golpe a una profundidad de dos centímetros aproximadamente considerando que el número de plantas sea acorde al estudio, se realizaron camellos para la siembra así evitar el encharcamiento de las parcelas.

La germinación de las semillas fue después de la siembra:

- ✓ Domingo 7 al 9 germino el carioca
- ✓ Lunes 8 al 11 germino el Rosita
- ✓ Martes 9 al 12 germino el Negro
- ✓ Lunes 8 al 12 germino el Rojo

- **De las labores culturales**

Las labores culturales serán actividades que se realice en todos los tratamientos:

Se aplicaron a los 10 días después de la germinación para el control de plagas de forma preventiva insecticida GEOCHEM de acción sistémica cinta amarilla con una dosis de 5ml/10lts de agua con una frecuencia de aplicación de 2 veces cada 10 días.

Se aplicaron a los 13 días después de la germinación para el control de enfermedades de forma preventiva, fungicida ZETA 500SC de acción sistémica cinta verde con una dosis de 5ml/10lts de agua con una frecuencia de aplicación de 2 veces cada 10 días.

Los deshierbes se realizó conjuntamente con el aporque que consiste en la eliminación de las malezas de las unidades experimentales. El primer deshierbe se realizó a los 10 días en los tratamientos que consistió en la eliminación de todas las malezas del área de investigación.

Se realizarán tres aporques del suelo como medio de aireación de la planta y escardado del suelo para la nutrición de la planta.

Se realizó el riego cuando el cultivo descendiendo de su capacidad de campo. (Así como también se consideró el riego de acuerdo a la etapa fenológica (etapa vegetativa y floración) se aplicará de acuerdo a la necesidad logrando mantener la Capacidad de campo del suelo.

Los abonamientos se realizarán por dos etapas fenológicas uno en el momento de la siembra y el segundo será antes de la floración del cultivo de los tratamientos.

- **De la cosecha y su comercialización**

La cosecha se realizó una vez concluida su ciclo de producción y se comercializo en estado de vaina:

- ✓ Cálculo del costo de venta cosecha producción de vaina por fases por dos cosechas

máximas por algunos tratamientos.

- ✓ Cálculo del costo de venta cosecha total del frijol en vaina

7.6. Evaluación y toma de datos del estudio

- **Altura de planta**

La toma de datos de altura de planta del cultivo de frijol a los 15 días por cada unidad experimental para la evaluación durante el desarrollo de la planta, donde se realizó la medición por unidad experimental de las 15 plantas de muestra logrando un resultado promedio de a los xxx días:

Tabla 12 *Resultados de altura de planta de planta del cultivo de frijol de las unidades experimentales*

Altura promedio de planta expresada en (cm) a la finalización de la cosecha			
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3
T1	53,47	57,47	63,83
T2	54,93	53,57	60,30
T3	51,73	56,13	59,50
T4	56,57	55,67	49,67

- **Longitud de vainas por planta**

La toma de datos de la longitud de vainas por planta por cada unidad experimental para la evaluación después de la cosecha del cultivo donde se realizó la medición por unidad experimental de las 15 plantas de muestra logrando un resultado promedio de:

Tabla 13 Resultados de la longitud de vaina del cultivo de frijol de las unidades experimentales

Longitud promedio de vainas expresada en (cm) a la finalización de la cosecha			
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3
T1	17,10	9,33	9,81
T2	10,61	10,61	10,54
T3	8,66	8,74	9,09
T4	8,47	8,97	8,70

Fuente: Elaboración propia 2023

El cual consistió en medir el tamaño de la vaina de las muestras seleccionadas tomadas al azar de cada tratamiento, el cual se midió utilizando un un Flexómetro.

- **Número de vainas por planta**

Se contabilizo el número de vainas por planta, de cada unidad experimental de los tratamientos de las muestras seleccionada se obtuvieron los resultados a la finalización de la cosecha por cada tratamiento con el siguiente resultado:

Tabla 14 Resultados del número de vaina del cultivo de frijol de las unidades experimentales.

Numero promedio de vainas expresada en (unidades) a la finalización de la cosecha			
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3
T1	31	36	41
T2	81	71	39
T3	34	39	44
T4	17	19	10

Fuente: Elaboración propia 2023

- **Rendimiento de Vainita expresados en (gr) y (Tn/ha)**

Para determinar el rendimiento de vaina de frijol en (gr.), se computo el peso total de cultivo cosechado de cada unidad experimental útil, luego se expresó en Toneladas por hectárea (Tn/ha).

Tabla 15 *Rendimiento peso total de vainita cultivo de frijol en (gr.) de las unidades experimentales*

Promedio Peso de vainas a la finalización de la cosecha			
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3
T1	117,07	138,47	165,47
T2	343,33	321,93	318,13
T3	108,47	137,47	146,33
T4	58,87	58,80	34,27

Fuente: Elaboración propia 2023

La tabla 6 nos muestra los resultados obtenidos de las Unidades experimentales por tratamientos en (gr.).

Tabla 16 *Rendimiento peso total de vainita cultivo de frijol en (Tn/ha)*

Promedio Peso de vainas del cultivo de frijol en (Tn/ha)			
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3
T1	1.96	2.31	2.76
T2	5.72	5.37	5.30
T3	1.81	2.29	2.44
T4	0.98	0.18	0.57

Fuente: Elaboración propia 2023

La tabla 7 no muestra los resultados obtenidos del cultivo del frejol expresados en Toneladas por hectárea (Tn/ha)

VIII. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

A continuación, se presenta los resultados de las variables de respuesta estudiadas en la investigación a fin de conocer el efecto de la aplicación de las variedades en la producción del cultivo de frijol.

Tabla 17 *Análisis de varianza (ANVA) altura planta del frijol (Phaseolus vulgaris) a los 29 días del ciclo del cultivo*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC		F α (0,05)
Repeticiones	0,16	2	0,08	0,020	<	5,54
Tratamientos	148,22	3	49,41	12,13	>	4,76
Error	24,43	6	4,07			
Total	172,81	11				

NS. No significativo en las repeticiones

S. Altamente Significativo en los tratamientos

Coefficiente de Variación (C.V.) = 9.98%

Una desviación estándar de = 2.58

Analizando la tabla 17 se observa que el ANVA de la variable altura de planta a los 29 días donde se puede verificar que no hay diferencia estadística significativa para las repeticiones y existe Altamente significativo en los tratamientos con una desviación estándar de 2.58 y un coeficiente de variación 9.98% el cual nos demuestra que todos los datos registrados durante la investigación fueron considerados como confiables y aceptables. con este resultado se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H_a).

Tabla 18 Prueba de TUKEY de la altura de planta del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en (cm.) evaluación de comparación de medias a los 29 días del ciclo del cultivo

Nº	Tratamientos	Promedio altura de planta a los 29 días (cm)	Tukey al 5% de Significancia
1	T3	26,10	a
2	T4	19,67	a
3	T1	18,00	a
4	T2	17,12	b

La Tabla 18, corresponde al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, se puede observar que se presentan el comportamiento de altura de la planta, en donde los tratamientos muestran mejores resultados estadísticamente, formando dos grupo estadísticamente homogéneo (ab) entre sí , donde T3 variedad rosita que logro mayor altura en crecimiento con promedio de 26.10 cm., el mayor promedio, siendo estadísticamente superior al resultado del T4 (variedad carioca) con un valor de 19.67(cm.), seguido de T1 (variedad negro) con un valor de 18.00 cm. por último, el T2 (variedad rojo) con un valor de 17.12 (cm) que ocupó el último lugar en promedio.

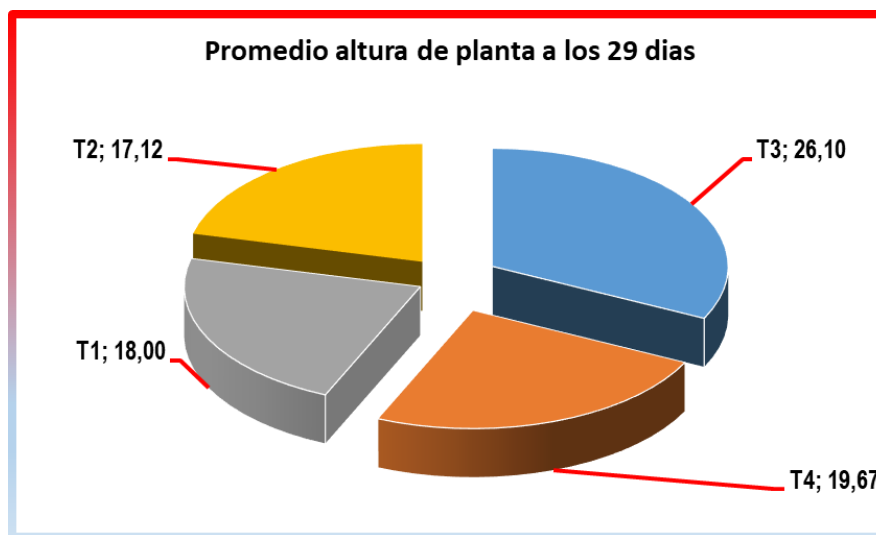


Figura 8 Altura de Planta de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en (cm.), evaluados a los 29 días del ciclo de desarrollo de la planta.

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 19 *Análisis de varianza (ANVA) altura planta del frijol (Phaseolus vulgaris) a los 36 días del ciclo del cultivo*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC		F α (0,05)
Repeticiones	11,72	2	5,86	0,51	<	5,54
Tratamientos	55,75	3	18,58	1,61	<	4,76
Error	69,42	6	11,57			
Total	136,88	11				

NS. No significativo en las repeticiones ni tratamientos

Coefficiente de Variación (C.V.) = 10.21%

Una desviación estándar de = 2.23

Analizando la tabla 19 se observa que el ANVA de la variable altura de planta a los 36 días donde se puede verificar que no hay diferencia estadística significativa para las repeticiones ni tratamientos con una desviación estándar de 2.23 y un coeficiente de variación 10.21% que indica confianza experimental de los resultados obtenidos

Tabla 20 *Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para la altura de planta a los 36 días del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris), obtenido con cada tratamiento*

Nº	Tratamientos	Promedio altura de planta	Tukey al 5% de Significancia
1	T3	36,82	b
2	T1	33,34	b
3	T4	31,77	b
4	T2	31,34	b

La Tabla 20, corresponde al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, se puede observar que se presentan el comportamiento de altura de la planta, en donde los tratamientos muestran mejores resultados estadísticamente, formando un solo grupo estadísticamente homogéneo (a) entre sí, donde T3 (variedad rosita) que logro mayor altura en crecimiento con promedio de 36.82 cm., siendo estadísticamente superior al resultado del T1 (variedad negro) con un valor de 33.34cm., seguido de T4

(variedad carioca) con un valor de 31.77 cm. por último, el T2 (variedad rojo) con un valor de 31.34 cm. que ocupó el último lugar con promedio, siendo dísticamente inferior al resto.

Estos resultados indican que, el tratamiento (variedad rosita) ocasionó un mayor efecto en la altura de planta de frijol, con respecto al resto de tratamientos, es decir que esta variedad es recomendable para la producción.

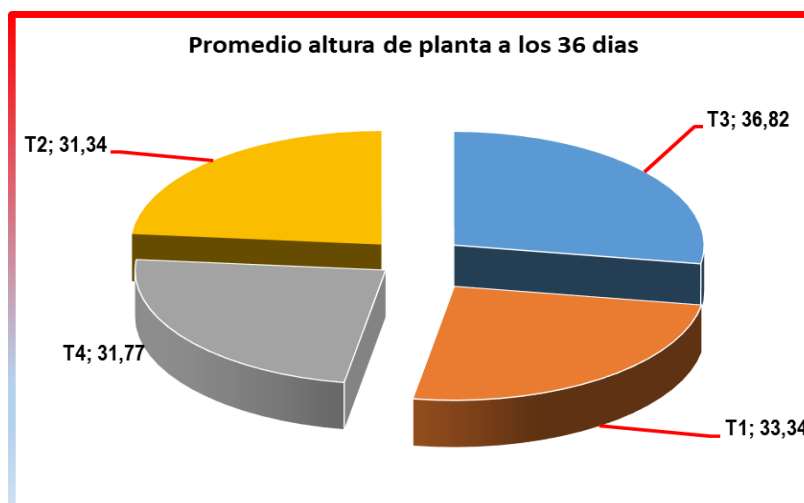


Figura 9 *Altura de Planta de frijol (Phaseolus vulgaris) en (cm.), evaluados a los 36 días del ciclo de desarrollo de la planta.*

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 21 *Análisis de varianza (ANVA) altura planta del frijol (Phaseolus vulgaris) a los 43 días del ciclo del cultivo*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC	F α (0,05)
Repeticiones	35,227	2	17,614	1,02	< 5,54
Tratamientos	27,955	3	9,318	0,54	< 4,76
Error	103,254	6	17,209		
Total	166,44	11			

NS. No significativo en las repeticiones
 S. Altamente Significativo en los tratamientos
 Coeficiente de Variación (C.V.) = 7.40%
 Una desviación estándar de = 0.02

Analizando la tabla 21 se observa que el ANVA de la variable altura de planta a los 43 días donde se puede verificar que no hay diferencia estadística significativa para las repeticiones ni los tratamientos donde la F_c es menor que la F de Fisher al 0.05%, con una desviación estándar de 0.02 y un coeficiente de variación 7.40% que indica confianza experimental de los resultados obtenidos con este resultado se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a).

Tabla 22 Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para la altura de planta a los 43 días del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), obtenido con cada tratamiento

Nº	Tratamientos	Altura promedio de planta los 43 días	Tukey al 5% de Significancia
1	T1	58,256	b
2	T2	56,267	b
3	T3	55,789	b
4	T4	53,967	b

La Tabla 22, corresponde al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, se puede observar que se presentan el comportamiento de altura de la planta no significativo, formando un solo grupo estadísticamente homogéneo (b) entre sí, donde T1 (variedad negro) que logro mayor altura en crecimiento con promedio de 58.256 cm., el mayor promedio, siendo estadísticamente superior al resultado del T2 (variedad rojo), con un valor de 56.267 cm., seguido de T3 (variedad rosita) con un valor de 55.789cm. por y último que ocupó el último lugar T4 (variedad carioca). Estos resultados indican que, el tratamiento T1 fue el de mayor altura de planta de frijol en comparación con los demás tratamientos, con mejor comportamiento.

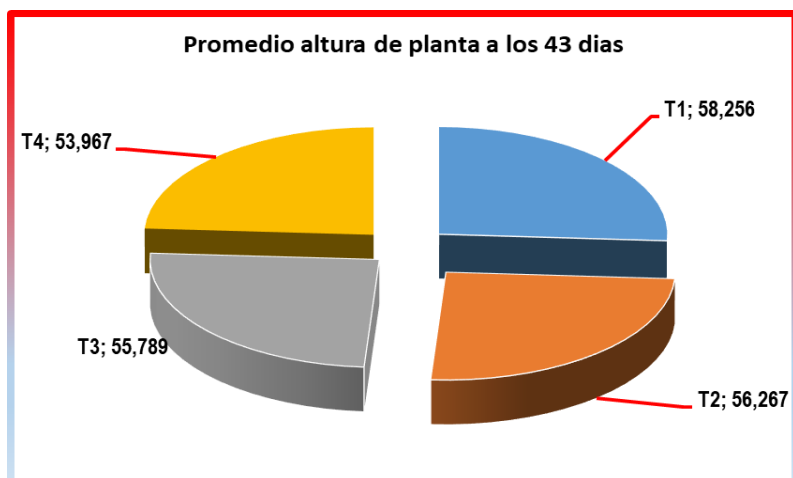


Figura 10 Altura de Planta de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en (cm.), evaluados a los 43 días del ciclo de desarrollo de la planta

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 23 Análisis de varianza (ANVA) Longitud de vaina del frijol (*Phaseolus vulgaris*) a la finalización del ciclo del cultivo en (cm)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC	F α (0,05)
Repeticiones	8,073	2	4,036	0,81	< 5,54
Tratamientos	23,087	3	7,696	1,54	< 4,76
Error	30,059	6	5,010		
Total	61,22	11			

NS. No significativo en las repeticiones ni en los tratamientos

Coefficiente de Variación (C.V.) = 22.26%

Una desviación estándar de = 1.14

Analizando la tabla 23 se observa que el ANVA de la variable longitud de vaina a la finalización del ciclo del cultivo se puede verificar que no hay diferencia estadística significativa para las repeticiones ni los tratamientos con una desviación estándar de 1.14 y un coeficiente de variación 22.26% que indica confianza experimental de los resultados obtenidos con este resultado se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a).

Tabla 24 Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para la longitud de vaina a la finalización del ciclo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), obtenido con cada tratamiento

Nº	Tratamientos	Longitud promedio de vaina (cm)	Tukey al 5% de Significancia
1	T1	12,081	b
2	T2	10,589	b
3	T3	8,829	b
4	T4	8,712	b

La Tabla 24, corresponde al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, se puede observar que se presentan el comportamiento de la longitud de vaina, en donde los tratamientos muestran resultados estadísticamente, formando un grupo homogéneo (b) estadísticamente, donde T1 (variedad negro) que logro mayor longitud de vaina en crecimiento con promedio de 12.081 cm., el mayor promedio, siendo estadísticamente superior al resultado del T2 (variedad rojo) con un valor de 10.589cm. que ocupó el segundo lugar, seguidamente el T3 (variedad rosita) con un valor de 8.829 cm por ultimo T4 (variedad carioca) con un valor de 8.712 cm., Estos resultados no muestra que la variedad negro es mejor en rendimiento en longitud con respecto al resto de tratamientos,

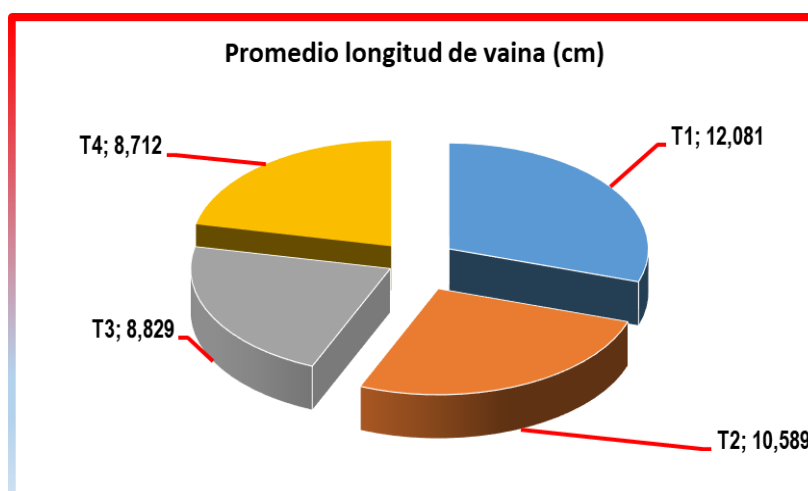


Figura 11 Longitud de vaina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en (Unidades), evaluados a la finalización del ciclo del cultivo

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 25 Análisis de varianza (ANVA) número de vaina del frijol (*Phaseolus vulgaris*) a la finalización del ciclo del cultivo en (cantidad).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC	F α (0,05)
Repeticiones	151,029	2	75,514	0,46	< 5,54
Tratamientos	3501,500	3	1167,167	7,18	> 4,76
Error	975,259	6	162,543		
Total	4627,79	11			

NS. No significativo en las repeticiones y significativo en los tratamientos

Coefficiente de Variación (C.V.) = 33.04%

Una desviación estándar de = 13.07

Analizando la tabla 25 se observa que el ANVA de la variable número de vaina la finalización del ciclo del cultivo se puede verificar que hay diferencia estadística en los tratamientos y no significativo estadísticamente en las repeticiones con una desviación estándar de 13.07 y un coeficiente de variación 33.04% que indica que hay confianza experimental de los resultados obtenidos con este resultado se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha).

Tabla 26 Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para el número de vaina a la finalización del ciclo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), obtenido con cada tratamiento

Nº	Tratamientos	Numero de vaina (Unidades)	Tukey al 5% de Significancia
1	T2	63,	b
2	T3	39	a
3	T1	36	a
4	T4	15	b

La Tabla , 26 al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, se puede observar que se presentan el comportamiento de número de vaina por planta, en donde los tratamientos muestran mejores resultados estadísticamente, formando

dos grupo estadísticamente heterogénea (ab) entre sí, donde T2 (variedad rojo) donde el número de vaina en cantidad promedio fue de 63.00 unidades, mientras que el T3 (variedad rosita) con un valor de 39 unidades, finalmente el T1 (variedad negro) con un valor de 36.00 unidades. Por último, el T4 (variedad carioca) con un valor de 15 cantidad Este resultado no muestra que la variedad roja es la que mayor vaina producido.

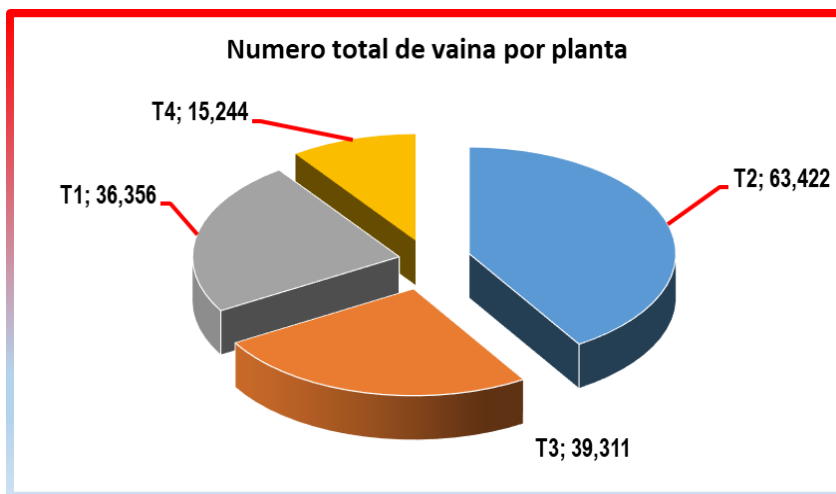


Figura 12 Numero de vainas del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en (unidades), evaluados a la finalización del ciclo del cultivo.

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 27 Análisis de varianza (ANVA) peso de la cosecha (gr.) de vaina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a la finalización del ciclo del cultivo en (201.5m²)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC	Fa (0,05)
Repeticiones	185,309	2	92,654	0,22	< 5,54
Tratamientos	124004,315	3	41334,772	97,37	> 4,76
Error	2547,195	6	424,532		
Total	126736,82	11			

NS. Significativo en las repeticiones
 S Altamente significativo en los tratamientos
 Coeficiente de Variación (C.V.) = 12.69%
 Una desviación estándar de = 71.05

Analizando la tabla 27 se observa que el ANVA de la variable peso de la cosecha en 36 m² a la finalización del ciclo del cultivo se puede verificar que no hay diferencia estadística significativa entre repeticiones y altamente significativo estadísticamente en los tratamientos con una desviación estándar de 12.69 y un coeficiente de variación 71.05% que indica que hay confianza experimental de los resultados obtenidos con este resultado se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha).

Tabla 28 Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para el peso de la cosecha (gr.) en (201.5 m²) a la finalización del ciclo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Nº	Tratamientos	Peso de vaina (gr)	Tukey al 5% de Significancia
1	T2	327,800	b
2	T3	130,756	a
3	T1	140,333	a
4	T4	50,644	b

La Tabla 28, corresponde al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, se puede observar que se presentan el comportamiento de peso de total de vainas cosechadas en (201.5 m²), en donde los tratamientos muestran mejores resultados estadísticamente, formando por dos grupo estadísticamente heterogénea (ab) entre sí, donde T2 (variedad rojo) con valor de peso de la cosecha fue de 327.800(gr.), mientras que el T3 (variedad rosita) con un valor de 1130.756(gr.), seguidamente de T1 (variedad negro) con un peso de 140.333 (gr.) y por último el T4 (variedad carioca) con un valor de 50.644(gr.) que ocupó el último lugar. Este resultado no muestra que determina mucho la variedad en rendimiento en la cosecha de vainas en peso.

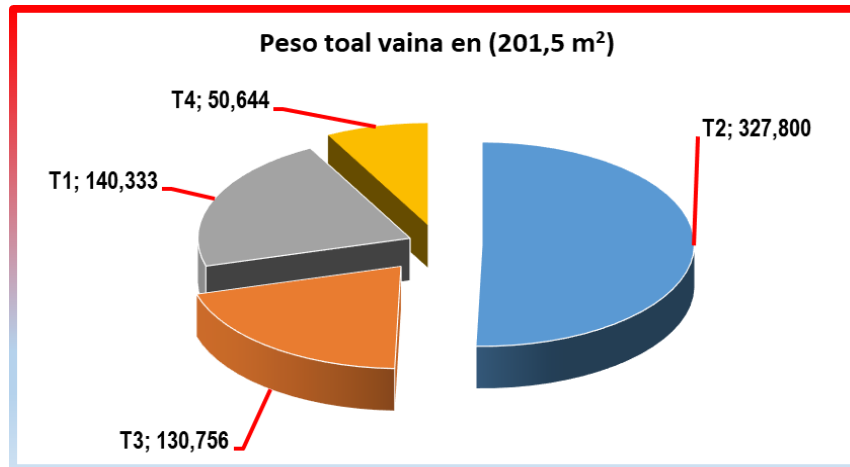


Figura 13 *Peso de vainas en la cosecha del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en (gr.), evaluados a la finalización del ciclo del cultivo*

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 29 *Análisis de varianza (ANVA) peso de la cosecha (gr.) de vaina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a la finalización del ciclo del cultivo en (Tn/ha.)*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC	Fa (0,05)
Repeticiones	0,110	2	0,055	0,39	< 5,54
Tratamientos	37,611	3	12,537	88,21	> 4,76
Error	0,853	6	0,142		
Total	38,57	11			

NS. Significativo en las repeticiones

S Altamente significativo en los tratamientos

Coefficiente de Variación (C.V.) = 14.28%

Una desviación estándar de = 1.24

Analizando la tabla 29 se observa que el ANVA de la variable peso de la cosecha en 36 m² a la finalización del ciclo del cultivo se puede verificar que no hay diferencia estadística significativa entre repeticiones y significativo estadísticamente en los tratamientos con una desviación estándar de 0.31 y un coeficiente de variación 9.39% que indica que hay confianza experimental de los resultados obtenidos con este resultado se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H_a).

Tabla 30 Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para el peso de la cosecha (gr.) en 36 m² a la finalización del ciclo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), obtenido con cada tratamiento

Nº	Tratamientos	Peso total de vaina por (Tn/ha)	Tukey al 5% de Significancia
1	T2	5,463	a
2	T1	2,341	a
3	T3	2,181	a
4	T4	0,574	b

La Tabla 30 corresponde al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, se puede observar que se presentan el comportamiento de peso de total de vainas cosechadas por (Tn/ha.), en donde los tratamientos muestran mejores resultados estadísticamente, formando por dos grupo estadísticamente heterogénea (ab) entre sí, donde T2 (variedad rojo) donde el peso de la cosecha fue de 5.463(Tn/ha.), mientras que el T1 (variedad negro) con un valor de 2.341(Tn/ha.), seguido del T3 (variedad rosita) con un valor de 2.181 (Tn/ha) y por último el T4 (variedad carioca) con un valor de 0.574(Tn/ha) que ocupó el último lugar. Este resultado no muestra que la variedad Roja es rendidora en la producción peso vaina.

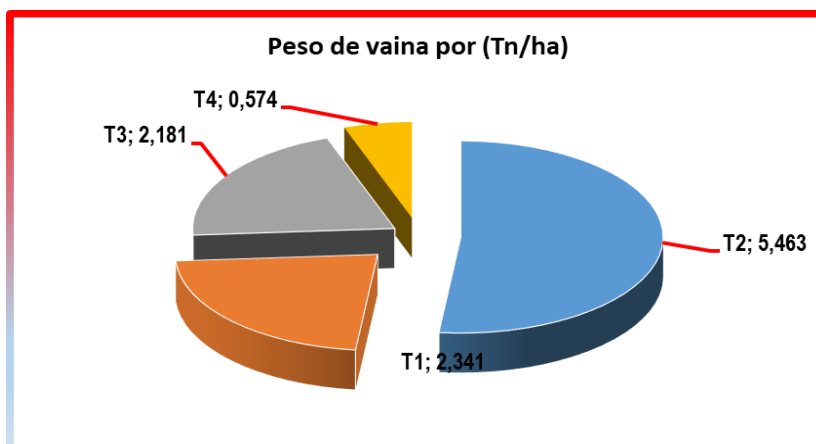


Figura 14 Peso de vainas en la cosecha del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en (gr.), evaluados a la finalización del ciclo del cultivo (Tn/ha.).

Fuente: Elaboración propia 2023

IX. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

En base a la evaluación de los costos de producción realizados en el proceso de producción. Se realizó el análisis del costo/beneficio de cada tratamiento extrapolados por hectárea, con relación a los beneficios obtenidos por el precio de venta de Bs. 15 por cada kilogramo de vainita comercial,

9.1. Relación-beneficio costo por tratamientos

En esencia, se trata del beneficio propuesto total en efectivo dividido por los costos totales propuestos en efectivo cuando:

- $B/C > 1$ implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- $B/C = 1$ implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- $B/C < 1$ implica que los ingresos son menores que los egresos. Bajo este criterio se puede decir que la investigación en sus diferentes tratamientos es rentable porque existe una relación de B/C como sigue en la Tabla 31.

Tabla 31 *Relación Beneficio/Costo de los tratamientos en estudio por (Tn/ha)*

po	RELACION BENEFICIO COSTO
T2	5.12
T3	2.05
T1	2.20
T4	0.54

Fuente: Elaboración propia 2023

X. DISCUSIÓN DE RESULTADO

- **Altura de planta del frijol (AP)**

Los resultados obtenidos en la investigación se observan que se presentan el comportamiento de altura de la planta no significativo, formando un solo grupo estadísticamente homogéneo (b) entre sí, donde T1 (variedad negro) que logro mayor altura en crecimiento con promedio de 58.256 cm., el mayor promedio, siendo estadísticamente superior al resultado del T2 (variedad rojo), con un valor de 56.267 cm., seguido de T3 (variedad rosita) con un valor de 55.789cm. por y último que ocupó el último lugar T4 (variedad carioca) un valor de 53.97 cm.

Según investigación del autor Mamani, (2016), Como se observa en el cuadro 31 y la gráfica 12 la diferencia entre las variedades en la altura de crecimiento registrando mayor crecimiento las variedades Rojo oriental y Crema san Julián con promedios de 46,66 y 44,66 cm de altura respectivamente y las variedades que reportaron menor crecimiento fueron las variedades Fortaleza y MIB-435 con solo 33,50 y 32,17 cm respectivamente

- **Longitud de vaina del frijol (LV)**

La investigación presentan los resultados de la variable longitud donde el comportamiento de la longitud de vaina, en donde los tratamientos muestran resultados estadísticamente, formando un grupo homogéneo (b) estadísticamente, donde T1 (variedad negro) que logro mayor longitud de vaina en crecimiento con promedio de 12.081 cm., el mayor promedio, siendo estadísticamente superior al resultado del T2 (variedad rojo) con un valor de 10.589cm. que ocupó el segundo lugar, seguidamente el T3 (variedad rosita) con un valor de 8.829 cm por ultimo T4 (variedad carioca) con un valor de 8.712 cm.,

Según Tello, (2018). Los resultados para esta variable indican que no existieron diferencias significativas excepto para el factor variedad, SEDA con un total de 105 cm produjo casi el doble de la cantidad producida por Amadeus 77 con un total 60cm. Mamani, (2016) muestra los promedios de la longitud de vainas en las variedades las cuales se atribuye a factores genéticos, en la cual existe tres grupos diferentes teniendo la variedad Rojo oriental con 12,93 cm y por otro lado tenemos a las variedades Carioca perla, MIB-435 y Negro sen con promedios de 9.40, 9.09 y 8.91 cm

- **Numero de vainas del frijol (NV)**

La variable evaluada en la investigación número de vainas por planta nos muestra el resultado donde T2 (variedad roja) donde el número de vaina en cantidad promedio fue de 63.00 unidades (NV), mientras que el T3 (variedad rosita) con un valor de 39 unidades (NV), finalmente el T1 (variedad negra) con un valor de 36.00 unidades (NV). Por último, el T4 (variedad carioca) con un valor de 15 cantidad (NV).

Contrastando los resultados según Luna, et. al., (2023), Para el número de vainas totales cosechadas de los muestreos se obtuvo una media superior en la aplicación del T1(ácidos húmicos y fúlvicos), la cual estuvo en 46 vainas por planta muestreada, mientras que el tratamiento con algas (T4) fue el menos eficiente para la formación de vainas. Mamani, (2016), muestra los resultados de los promedios de numero de vainas por planta en la cual existe dos grupos marcadas teniendo como mayor número de vainas las variedades Crema san Julián, Rojo oriental, Fortaleza y Carioca perla con 13.33, 13.00, 11.17 y 10.17 vainas por planta respectivamente y por otro lado las variedades MIB-435 y Negro sen con promedios de 7.50 y 7.33 vainas por planta

- **Rendimiento del frejol en vaina (REND)**

Las variables evaluados sobre el comportamiento de peso de total de vainas cosechadas por (Tn/ha.), en donde los tratamientos muestran mejores resultados estadísticamente, formando por dos grupo estadísticamente heterogénea (ab) entre sí, donde T2 (variedad rojo) donde el peso de la cosecha fue de 5.463(Tn/ha.), mientras que el T1 (variedad negro) con un valor de 2.341(Tn/ha.), seguido del T3 (variedad rosita) con un valor de 2.181 (Tn/ha) y por último el T4 (variedad carioca) con un valor de 0.574(Tn/ha) que ocupó el último lugar.

Este parámetro se encuentra directamente relacionado con el total de vainas cosechadas, por lo que también el tratamiento es el que muestra la media superior de 52.2 g/m² respecto a los tratamientos con *Trichoderma harzianum*, algas marinas y micorrizas respectivamente. (Tello, 2018),

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

Considerando los objetivos planteados y los resultados logrados en el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

La variedad con mejor rendimiento en la zona de estudio comunidad el Carmen, lo obtuvieron las variedades Rojo llegando a una máxima de 5460 kg/ha, seguido de la variedad negro con 2340 kg/ha y la variedad rosita con 2181 kg/ha con la aplicación de estiércol de vacuno, concluyendo que son de mayor rendimiento. Estas variedades se fueron adaptando de manera favorable y se presenta como una alternativa más de producción en la región.

En la relación beneficio costo en la producción de cuatro variedades de frijol se logra con la variedad roja una RB/C de 5.12 Bs. presento la mayor relación beneficio/costo (B/C) debido a que su costo de producción fue menor que los demás tratamientos, esto indica que, por cada boliviano invertido, se obtiene una ganancia de 5.12 Bs.

11.2. Recomendaciones

En base al estudio realizado en las cuatro variedades de frejol en la comunidad del Carmen se llegó a las siguientes recomendaciones.

De acuerdo al comportamiento de las variedades introducidas a la localidad de Carmen se recomienda la variedad Rojo y variedad negra realizar más estudios con aplicación de diferentes abonos orgánicos para tener rendimiento adecuado a la amazonia.

Realizar nuevos ensayos de investigación aplicando inoculantes para lograr mayores rendimientos en la producción del cultivo y estas se adapten y tengan mejores comportamientos rendimientos en vaina

Realizar producciones en terrenos en descanso como los barbecho por de 7 años de descanso y sean suelos francos a francos arcillosos, con un nivel de pendiente mínima, porque el cultivo de frejol no tolera encharcamiento

Realizar estudios de densidades de siembra de siembra, tutoraje en las variedades de frejol con hábito de crecimiento indeterminado para evitar el acumulamiento de humedad, parásitos y enfermedades

XII. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, S. M. (2015). *Introducción de tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris sp) con la aplicación de inoculantes en la comunidad Pariguaya, Provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA, La Paz - Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5728/T-2077.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, r. J., Rengifo, M. T., & Jaramillo, C. M. (2007). *Buenas practicas agricolas (BPA) en la producción de frijol voluble*. Colombia. Obtenido de <https://www.fao.org/3/a1359s/a1359s.pdf>
- Armando, U. J., Rosas, U. R., Ulloa, R. B., & Ramirez, R. J. (8 de Julio - Septiembre de 2011). El frejol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista fuente*. Obtenido de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>
- Cepeda, V. J. (2012). *Adaptación y densidad de siembra del fréjol vainita phaseolus vulgaris l. de comportamiento erecto variedad jade en la zona de Babahoyo*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, Babahoyo - los Rios - Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/955/T-UTB-FACIAG-AGR-000161.02.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Condori, C. H. (2021). *Evaluación agronómica de ocho variedades de frejol (phaseolus vulgaris l.), con la aplicación de dos abonos líquidos en la estación experimental de Sapecho*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA, La Paz - Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26641/T-2925.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duarte, R. N. (2018). *Comportamiento agronómico de 19 genotipos de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en seis ambientes bajo condiciones de sequía y suelos deficientes en fósforo, 2015-2016*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL

- AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA, Managua - Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3766/1/tnf30d812.pdf>
- Escoto, N. D. (2011). *El cultivo de frijol* (Segunda edición ed.). Tegucigalpa MDC - Honduras, Secretaria de Agricultura y Ganadería Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria SAG. Obtenido de <https://dicta.gob.hn/files/2011,-Cultivo-de-frijol-G.pdf>
- FAO. (2018). *Nuestras legumbres pequeñas semillas grandes soluciones*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Panamá. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Holguin, C. M. (2015). *Evaluación del rendimiento de dos variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en tres densidades de siembra en el recinto Chipe Amburgo N°2 del Cantón la Mana, Provincia de Cotopaxi*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, La Mana - Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3520/1/T-UTC-00797.pdf>
- Jimenez, R., T., R. M., Lopez, R., & Huari, J. (1996). *El cultivo de frijol común en los valles de la provincia de Loja Agronomía y manejo de plagas*. Quito - Ecuador, INIAP Estación Experimental Santa Catalina, EL CULTIVO DE FRIJOL COMÚN EN LOS VALLES DE LA. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/506/1/iniapscfd257.pdf>
- Mamani, T. F. (2016). *Evaluación agronómica de seis variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), con la aplicación de dos tipos de abonos orgánicos en el Cantón Capiñata - Inquisivi*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA, La Paz. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10500/T-2337.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meneses, R., Waaijenberg, H., & Pierola, L. (1996). *Las Leguminosas en la Agricultura Boliviana*. Bolivia. Obtenido de

https://books.google.com.bo/books/about/Las_leguminosas_en_la_agricultura_bolivi.html?id=iQ1jAAAAMAAJ&redir_esc=y

- Mori, C. B. (2017). *Comparativo de seis cultivares de vainita (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de la Molina*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMIA, Lima - Peru. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3063/F01-M675-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortubé, J. (1992). *Selección de variedades a partir del vivero Internacional de CRI MAIRANA*, Santa Cruz - Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10327/T-2312.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quenter, C. C. (2013). *Evaluación de adaptación de variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Palama real, distrito de Echarate - la convención - Cusco*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA, Cusco - Peru. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/906/253T20130026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe, M. V. (2017). *Comportamiento agronómico del cultivo de vainita (Phaseolus vulgaris) con la aplicación de tres niveles de estiércol de ovino a diferentes densidades de siembra en la provincia Loayza*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMIA, La Paz - Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13657/T-2452.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valladares, C. A. (2010). *Taxonomía y Botánica de los Cultivos*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS, Departamento de Producción Vegetal Asignatura Cultivos de, Honduras.
- Vargas, B. (14 de febrero de 2013). *SANTA CRUZ AGRICOLA*. Obtenido de Manual del cultivo de frijol en Bolivia: <http://jubovar.blogspot.com/2013/01/manual-de-manejo-del-cultivo-del-frejol.html>

Vela, C. K. (2010). *Caracterización física, química y nutricional de la vainita (Phaseolus vulgaris), en diferentes suelos edafoclimáticos cultivados a campo abierto e invernadero, como un aporte a la norma INEN. "Vainita Requisitos"*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS , Quito _ Ecuador. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/5196/40765_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

XIII. ANEXO

Anexo 1 fotografías del proceso de investigación



Limpieza del área



Demarcación de la parcela experimental y el replanteo de cada tratamiento



Preparación del suelo de cada tratamiento



El pesado y la incorporación de Abono Orgánico (estiércol Bovino)



Medición de la densidad de siembra y la siembra



Toma de datos de altura de planta



Aplicación de pesticida



El pesado y la segunda incorporación del Abono (Estiércol Bovino) y el segundo aporque



Cosecha



Medición de la vainita



Peso de la vainita



Parcela experimental



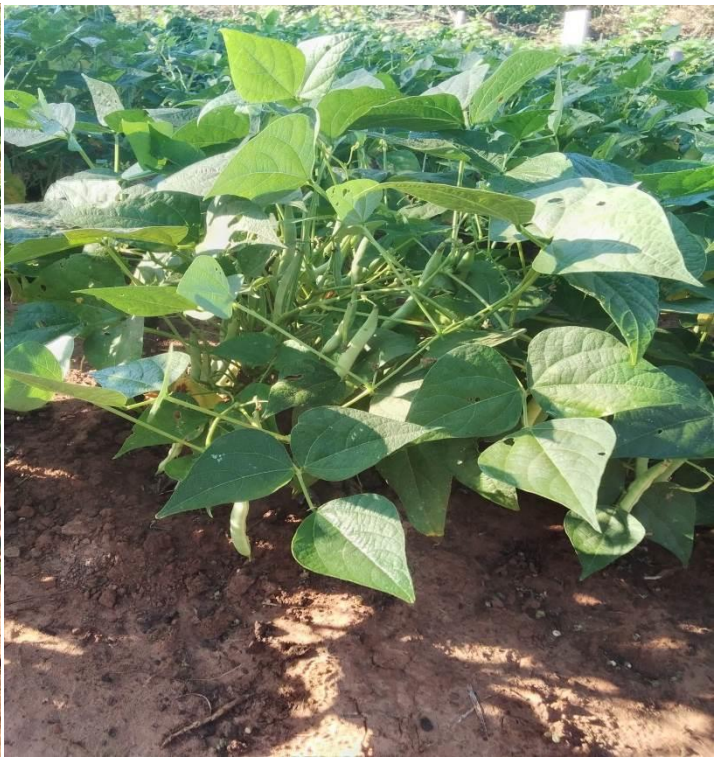
Frijol Negro



Frijol Rojo

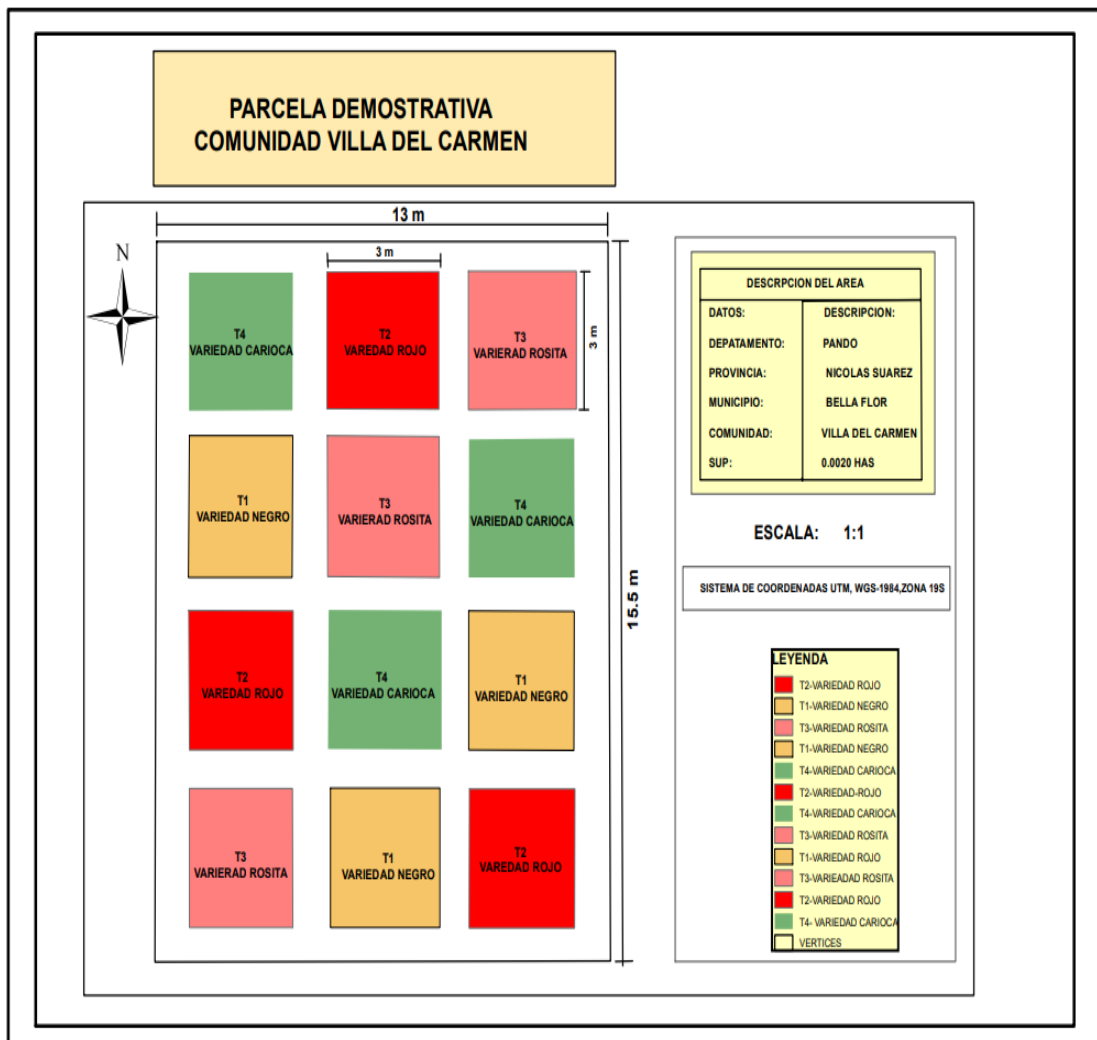


Frijol Rosita



Frijol carioca

Anexo 2 Croquis del experimento



Croquis de la parcela experimental

Anexo 3 Formularios de toma de datos de la investigación

QUINTA TOMA DE DATOS ALTURA PLANTA A LOS 43 DIAS (cm.)												
Fecha: 17 - 06 - 2023				Horas: 5:00 pm				15 Muestras				
5ta Toma Altura de Planta				Cultivo: Frihol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)								
	NEGRO	ROJO	ROSITA	CARIOCANEGRO	ROJO	ROSITA	CARIOCANEGRO	ROJO	ROSITA	CARIOCA		
TRAT.	T1-R1	T2-R1	T3-R1	T4-R1	T1-R2	T2-R2	T2-R2	T2-R2	T1-R3	T2-R3	T3-R3	T4-R3
1	36,0	46,0	45,0	59,5	50,0	46,0	67,0	68,0	39,0	46,0	48,0	50,0
2	29,0	62,0	60,0	68,0	75,0	38,0	60,0	42,0	62,0	66,0	59,0	54,0
3	26,0	44,0	40,0	85,0	78,0	56,0	46,0	83,0	54,0	49,0	52,0	52,0
4	50,0	55,5	60,0	45,0	68,0	44,0	52,0	48,0	48,0	56,0	62,0	28,0
5	70,0	38,0	53,0	40,0	72,0	66,0	49,0	62,0	57,0	62,0	68,0	62,0
6	60,0	67,0	52,0	56,0	45,0	52,0	62,0	50,0	70,0	70,0	55,0	59,0
7	60,0	54,0	39,0	40,0	70,0	60,0	60,0	59,0	63,0	62,0	49,0	46,0
8	70,0	46,0	50,0	52,0	38,0	46,0	69,0	50,0	67,0	67,0	64,0	42,0
9	68,0	42,5	47,0	52,0	58,0	54,0	41,0	60,0	72,0	64,0	68,0	35,0
10	52,0	63,0	60,0	53,0	37,0	62,0	50,0	58,0	68,0	52,5	68,0	39,0
11	29,0	56,0	55,0	63,0	82,0	48,5	56,0	85,0	71,0	67,0	54,0	50,0
12	80,0	49,0	66,0	45,0	50,0	55,0	52,0	50,0	80,0	72,0	62,0	58,0
13	74,0	66,0	49,0	54,0	45,0	46,0	64,0	52,0	66,5	49,5	70,0	50,0
14	56,0	65,0	60,0	60,0	40,0	62,0	48,0	30,0	72,0	56,0	55,5	65,0
15	42,0	70,0	40,0	76,0	54,0	68,0	66,0	38,0	68,0	65,5	58,0	55,0
TOTAL	802,0	824,0	776,0	848,5	862,0	803,5	842,0	835,0	957,5	904,5	892,5	745,0
PROMEDIC	53,47	54,93	51,73	56,57	57,47	53,57	56,13	55,67	63,83	60,30	59,50	49,67

TOMA DE DATOS PESO VAINA, LONGITUD Y NUMERO DE VAINAS A LA FINALIZACION DE LA COSECHA																
Fecha: 30 - 06 - 2023				Horas: 5:00 pm				Cultivo: Frihol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)								
10/7/2023			66 dias		3/7/2023		59 dias		27/7/2023		83 dias		30/6/2023		56 dias	
N°	T1-R1			T2-R1			T3R1			T4R1						
	FRIJOL NEGRO			FRIJOL ROJO			FRIJOL ROSITA			FRIJOL CARIOCA						
	LONGITUD		PESO VAINA	N° VAINAS	LONGITUD		PESO VAINA	N° VAINAS	LONGITUD		PESO VAINA	N° VAINAS	LONGITUD			
N° VAINAS	VAINA	VAINA			VAINA	VAINA			VAINA	VAINA			VAINA	VAINA	VAINA	PESO VAINA
1	15,0	15,4	38,0	91,0	9,5	375,0	30,0	9,5	104,0	18,0	6,5	50,0				
2	14,0	14,9	38,0	82,0	10,3	358,0	46,0	8,3	141,0	12,0	8,4	41,0				
3	31,0	18,6	103,0	73,0	10,8	311,0	38,0	9,1	128,0	18,0	8,9	61,0				
4	48,0	16,6	180,0	75,0	10,3	300,0	25,0	9,3	93,0	12,0	8,8	45,0				
5	52,0	16,3	203,0	73,0	10,5	313,0	30,0	11,7	139,0	12,0	8,5	41,0				
6	15,0	16,4	49,0	73,0	10,2	342,0	25,0	8,6	82,0	12,0	9,5	46,0				
7	52,0	16,9	227,0	85,0	10,0	373,0	50,0	8,6	172,0	19,0	7,8	55,0				
8	22,0	16,9	73,0	79,0	11,1	376,0	32,0	8,4	102,0	25,0	8,7	92,0				
9	45,0	17,9	177,0	69,0	10,7	354,0	30,0	8,1	89,0	11,0	8,5	40,0				
10	14,0	16,5	47,0	80,0	10,6	293,0	32,0	8,2	102,0	12,0	8,7	39,0				
11	51,0	18,5	192,0	95,0	10,7	337,0	36,0	7,8	109,0	11,0	8,8	38,0				
12	40,0	17,0	148,0	83,0	11,1	393,0	64,0	8,4	118,0	23,0	8,6	80,0				
13	24,0	17,6	90,0	83,0	10,9	352,0	36,0	8,6	121,0	28,0	10,0	104,0				
14	24,0	19,0	103,0	91,0	10,6	341,0	30,0	8,5	93,0	22,0	7,5	69,0				
15	25,0	16,3	88,0	83,0	12,0	332,0	12,0	6,9	34,0	24,0	7,9	82,0				
TOTAL	472,0	239,4	1756,0	1215,0	159,2	5150,0	516,0	129,9	1627,0	259,0	127,0	883,0				
PROMEDIO	31,47	17,10	117,07	81,00	10,61	343,33	34,40	8,66	108,47	17,27	8,47	58,87				

TOMA DE DATOS PESO VAINA, LONGITUD Y NUMERO DE VAINAS A LA FINALIZACION DE LA COSECHA

Fecha: 30 - 06 - 2023

Horas: 5:00 pm

15 Muestras

Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Nº	T1-R2			T2R2			T3R2			T4R2		
	FRIJOL NEGRO			FRIJOL ROJO			FRIJOL ROSITA			FRIJOL CARIOCA		
	Nº VAINAS	LONGITUD VAINA	PESO VAINA	Nº VAINAS	LONGITUD VAINA	PESO VAINA	Nº VAINAS	LONGITUD VAINA	PESO VAINA	Nº VAINAS	LONGITUD VAINA	PESO VAINA
1	27,0	9,6	107,0	93,0	9,5	417,0	50,0	8,6	162,0	18,0	8,0	60,0
2	54,0	9,6	211,0	68,0	10,3	297,0	67,0	8,4	235,0	30,0	8,6	100,0
3	54,0	9,8	217,0	84,0	10,8	385,0	40,0	8,6	137,0	42,0	9,9	56,0
4	38,0	9,9	155,0	70,0	10,3	310,0	18,0	8,3	59,0	12,0	9,2	49,0
5	44,0	9,2	165,0	59,0	10,5	271,0	50,0	8,2	239,0	21,0	9,0	76,0
6	38,0	9,7	156,0	76,0	10,2	325,0	52,0	8,2	92,0	16,0	9,5	61,0
7	30,0	9,6	116,0	64,0	10,0	336,0	26,0	9,0	97,0	12,0	9,0	45,0
8	16,0	9,6	68,0	67,0	11,1	273,0	42,0	9,1	154,0	8,0	9,5	30,0
9	29,0	9,5	112,0	74,0	10,7	328,0	32,0	8,4	97,0	11,0	8,4	28,0
10	13,0	7,5	47,0	65,0	10,6	284,0	46,0	9,3	171,0	20,0	9,2	71,0
11	50,0	9,3	193,0	64,0	10,7	275,0	15,0	8,5	52,0	29,0	8,6	100,0
12	54,0	9,4	198,0	65,0	11,1	299,0	9,0	8,8	105,0	16,0	8,2	41,0
13	31,0	9,6	102,0	85,0	10,9	499,0	70,0	9,7	238,0	13,0	9,3	51,0
14	36,0	8,9	124,0	54,0	10,6	216,0	24,0	8,5	80,0	14,0	8,8	48,0
15	29,0	8,7	106,0	73,0	12,0	314,0	45,0	9,6	144,0	17,0	9,3	66,0
TOTAL	543,0	140,0	2077,0	1061,0	159,2	4829,0	586,0	131,1	2062,0	279,0	134,5	16,0
PROMEDIO	36,20	9,33	138,47	70,73	10,61	321,93	39,07	8,74	137,47	18,60	8,97	58,80

Anexo 4 Costos de producción por tratamientos

COSTOS DE PRODUCCION POR TRATAMIENTOS T1 (HA)					
CULTIVO DE FRIJOL (Variedad negro)					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C/UNIT. (Bs.) C/ PROY.	C/TOTAL (Bs.) C/ PROY.
A. COSTOS VARIABLES					
1. PREPARACION DE SUELO					
1.1.	Limpieza del Area Experimental	Jornal	15,00	100,00 Bs.	1.500,00 Bs.
1.2.	Demarcacion del Terreno	jornal	2,00	100,00 Bs.	200,00 Bs.
1.3.	Remocion del suelo y desterronado (tractor agricola)	Hectarea	1,00	175,00 Bs.	175,00 Bs.
1.4.	Nivelado (tractor agricola)	Hectarea	1,00	245,00 Bs.	245,00 Bs.
2. SIEMBRA					
2.1.	Siembra de frijol	jornal	10,00	100,00 Bs.	1.000,00 Bs.
2.2.	Abonador y/o fertilizador	jornal	3,00	100,00 Bs.	300,00 Bs.
3. LABORES CULTURALES					
					- Bs.
3.1	Aporque manual	jornal	20,00	100,00 Bs.	2.000,00 Bs.
3.2	Deshierbe	jornal	16,00	100,00 Bs.	1.600,00 Bs.
4. COSECHA					
4.1.	Peón cosechador	jornal	10,00	100,00 Bs.	1.000,00 Bs.
4.2	Transporte	Quintales	47,00	10,00 Bs.	470,00 Bs.
5. INSUMOS					
5.1.	Semilla	Kg.	12,00	15,00 Bs.	180,00 Bs.
5.2	Fungicida: Zeta 500 SC Cinta verde	Litros	2,00	110,00 Bs.	220,00 Bs.
5.3	Insecticida: Geochem Cinta amarilla	Litros	2,00	150,00 Bs.	300,00 Bs.
6. TOTAL COSTOS VARIABLES					9.190,00 Bs.
B. COSTOS FIJOS					
7. HERRAMIENTAS Y MATERIALES (depreciación en 3 años)					
7.1.	rastrillo	pzas.	3,00	50,00 Bs.	150,00 Bs.
7.2	Azadon	pzas.	4,00	60,00 Bs.	240,00 Bs.
7.3	Machete	pzas.	4,00	50,00 Bs.	200,00 Bs.
7.4	Mochila de fumigación	pzas.	2,00	250,00 Bs.	500,00 Bs.
8. TOTAL COSTOS FIJOS					1.090,00 Bs.
9. COSTO TOTAL DE PRODUCCION/ HA [Bs.]					10.280,00 Bs.
10. RENDIMIENTO [TM/ HA]					2,34
11. PRECIO DE VENTA [Bs./ TM] MS		Kg.	2340	10,00 Bs.	23.400,00 Bs.
12. RELACION BENEFICIO COSTO R B/C (2,28 Bs.

COSTOS DE PRODUCCION POR TRATAMIENTOS T1 (HA)

CULTIVO DE FRIJOL (Variedad rojo)

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C/UNIT. (Bs.) C/ PROY.	C/TOTAL (Bs.) C/ PROY.
A. COSTOS VARIABLES					
1. PREPARACION DE SUELO					
1.1.	Limpieza del Area Experimental	Jornal	15,00	100,00 Bs.	1.500,00 Bs.
1.2.	Demarcacion del Terreno	jornal	2,00	100,00 Bs.	200,00 Bs.
1.3.	Remocion del suelo y desterronado (tractor agricola)	Hectarea	1,00	175,00 Bs.	175,00 Bs.
1.4.	Nivelado (tractor agricola)	Hectarea	1,00	245,00 Bs.	245,00 Bs.
2. SIEMBRA					
2.1.	Siembra de frijol	jornal	10,00	100,00 Bs.	1.000,00 Bs.
2.2.	Abonador y/o fertilizador	jornal	3,00	100,00 Bs.	300,00 Bs.
3. LABORES CULTURALES					
					- Bs.
3.1.	Aporque manual	jornal	20,00	100,00 Bs.	2.000,00 Bs.
3.2.	Deshierbe	jornal	16,00	100,00 Bs.	1.600,00 Bs.
4. COSECHA					
4.1.	Peón cosechador	jornal	10,00	100,00 Bs.	1.000,00 Bs.
4.2.	Transporte	Quintales	47,00	10,00 Bs.	470,00 Bs.
5. INSUMOS					
5.1.	Semilla	Kg.	12,00	20,00 Bs.	240,00 Bs.
5.2.	Fungicida: Zeta 500 SC Cinta verde	Litros	2,00	110,00 Bs.	220,00 Bs.
5.3.	Insecticida: Geochem Cinta amarilla	Litros	2,00	150,00 Bs.	300,00 Bs.
6. TOTAL COSTOS VARIABLES					9.250,00 Bs.
B. COSTOS FIJOS					
7. HERRAMIENTAS Y MATERIALES (depreciación en 3 años)					
7.1.	rastrillo	pzas.	3,00	50,00 Bs.	150,00 Bs.
7.2.	Azadon	pzas.	4,00	60,00 Bs.	240,00 Bs.
7.3.	Machete	pzas.	4,00	50,00 Bs.	200,00 Bs.
7.4.	Mochila de fumigación	pzas.	2,00	250,00 Bs.	500,00 Bs.
8. TOTAL COSTOS FIJOS					1.090,00 Bs.
9. COSTO TOTAL DE PRODUCCION/ HA [Bs.]					10.340,00 Bs.
10. RENDIMIENTO [TM/ HA]					5,46
11.	PRECIO DE VENTA [Bs./ TM] MS	Kg.	5460	10,00 Bs.	54.600,00 Bs.
12. RELACION BENEFICIO COSTO R B/C (5,28 Bs.

COSTOS DE PRODUCCION POR TRATAMIENTOS T1 (HA)

CULTIVO DE FRIJOL (Variedad rosita)

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C/UNIT. (Bs.)	C/TOTAL (Bs.)
				C/ PROY.	C/ PROY.
A. COSTOS VARIABLES					
1. PREPARACION DE SUELO					
1.1.	Limpieza del Area Experimental	Jornal	15,00	100,00 Bs.	1.500,00 Bs.
1.2.	Demarcacion del Terreno	jornal	2,00	100,00 Bs.	200,00 Bs.
1.3.	Remocion del suelo y desterronado (tractor agricola)	Hectarea	1,00	175,00 Bs.	175,00 Bs.
1.4.	Nivelado (tractor agricola)	Hectarea	1,00	245,00 Bs.	245,00 Bs.
2. SIEMBRA					
2.1.	Siembra de frijol	jornal	10,00	100,00 Bs.	1.000,00 Bs.
2.2.	Abonador y/o fertilizador	jornal	3,00	100,00 Bs.	300,00 Bs.
3. LABORES CULTURALES					
					- Bs.
3.1	Aporque manual	jornal	20,00	100,00 Bs.	2.000,00 Bs.
3.2	Deshierbe	jornal	16,00	100,00 Bs.	1.600,00 Bs.
4. COSECHA					
4.1.	Peón cosechador	jornal	10,00	100,00 Bs.	1.000,00 Bs.
4.2	Transporte	Quintales	47,00	10,00 Bs.	470,00 Bs.
5. INSUMOS					
5.1.	Semilla	Kg.	12,00	15,00 Bs.	180,00 Bs.
5.2	Fungicida: Zeta 500 SC Cinta verde	Litros	2,00	110,00 Bs.	220,00 Bs.
5.3	Insecticida: Geochem Cinta amarilla	Litros	2,00	150,00 Bs.	300,00 Bs.
6. TOTAL COSTOS VARIABLES					9.190,00 Bs.
B. COSTOS FIJOS					
7. HERRAMIENTAS Y MATERIALES (depreciación en 3 años)					
7.1.	rastrillo	pzas.	3,00	50,00 Bs.	150,00 Bs.
7.2	Azadon	pzas.	4,00	60,00 Bs.	240,00 Bs.
7.3	Machete	pzas.	4,00	50,00 Bs.	200,00 Bs.
7.4	Mochila de fumigación	pzas.	2,00	250,00 Bs.	500,00 Bs.
8. TOTAL COSTOS FIJOS					1.090,00 Bs.
9. COSTO TOTAL DE PRODUCCION/ HA [Bs.]					10.280,00 Bs.
10. RENDIMIENTO [TM/ HA]					2,18
11.	PRECIO DE VENTA [Bs./ TM] MS	Kg.	2181	10,00 Bs.	21.810,00 Bs.
12. RELACION BENEFICIO COSTO R B/C (2,12 Bs.

COSTOS DE PRODUCCION POR TRATAMIENTOS T1 (HA)

CULTIVO DE FRIJOL (Variedad carioca)

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C/UNIT. (Bs.)	C/TOTAL (Bs.)
				C/ PROY.	C/ PROY.
A. COSTOS VARIABLES					
1. PREPARACION DE SUELO					
1.1.	Limpieza del Area Experimental	Jornal	15,00	100,00 Bs.	1.500,00 Bs.
1.2.	Demarcacion del Terreno	jornal	2,00	100,00 Bs.	200,00 Bs.
1.3.	Remocion del suelo y desterronado (tractor agricola)	Hectarea	1,00	175,00 Bs.	175,00 Bs.
1.4.	Nivelado (tractor agricola)	Hectarea	1,00	245,00 Bs.	245,00 Bs.
2. SIEMBRA					
2.1.	Siembra de frijol	jornal	10,00	100,00 Bs.	1.000,00 Bs.
2.2.	Abonador y/o fertilizador	jornal	3,00	100,00 Bs.	300,00 Bs.
3. LABORES CULTURALES					
					- Bs.
3.1.	Aporque manual	jornal	20,00	100,00 Bs.	2.000,00 Bs.
3.2.	Deshierbe	jornal	16,00	100,00 Bs.	1.600,00 Bs.
4. COSECHA					
4.1.	Peón cosechador	jornal	10,00	100,00 Bs.	1.000,00 Bs.
4.2.	Transporte	Quintales	47,00	10,00 Bs.	470,00 Bs.
5. INSUMOS					
5.1.	Semilla	Kg.	12,00	12,00 Bs.	144,00 Bs.
5.2.	Fungicida: Zeta 500 SC Cinta verde	Litros	2,00	110,00 Bs.	220,00 Bs.
5.3.	Insecticida: Geochem Cinta amarilla	Litros	2,00	150,00 Bs.	300,00 Bs.
6. TOTAL COSTOS VARIABLES					9.154,00 Bs.
B. COSTOS FIJOS					
7. HERRAMIENTAS Y MATERIALES (depreciación en 3 años)					
7.1.	rastrillo	pzas.	3,00	50,00 Bs.	150,00 Bs.
7.2.	Azadon	pzas.	4,00	60,00 Bs.	240,00 Bs.
7.3.	Machete	pzas.	4,00	50,00 Bs.	200,00 Bs.
7.4.	Mochila de fumigación	pzas.	2,00	250,00 Bs.	500,00 Bs.
8. TOTAL COSTOS FIJOS					1.090,00 Bs.
9. COSTO TOTAL DE PRODUCCION/ HA [Bs.]					10.244,00 Bs.
10. RENDIMIENTO [TM/ HA]					0,57
11. PRECIO DE VENTA [Bs./ TM] MS					5.740,00 Bs.
12. RELACION BENEFICIO COSTO R B/C (0,56 Bs.

Anexo 5 Tablas utilizadas en la evaluación de la investigación

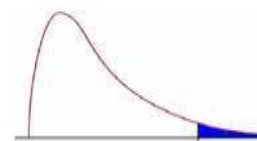
Tabla de FISHER

Distribución F 0.05

En las columnas se encuentran los valores F que corresponden al área 0.05 a la derecha

En las columnas se encuentran los grados de libertad del numerador

En los renglones se encuentran los grados de libertad del denominador.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18

Tabla de TUKEY al (0.05)

Tabla VI.- Valores críticos para la prueba de Tukey.

$$q_{\alpha}(v_1, v_2)$$

v_2	α	v_1									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.00	29.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59
	0.01	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	0.05	6.10	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39
	0.01	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	0.05	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72
	0.01	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13
4	0.05	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.34	7.60	7.83	8.03
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57
5	0.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	0.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	0.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	0.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	0.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87
	0.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65