

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Influencia de niveles de Biol con microorganismos montaña en la producción
de frijol castilla (*Vigna unguiculata Walp.*) en Chanchamayo**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Patricia Julia LOPEZ BALDEON

Bach. Braulio Miguel SUAREZ LLAETA

Asesor:

Ing. Martha ARTICA COSME

La Merced – Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Influencia de niveles de Biol con microorganismos montaña en la producción
de frijol castilla (*Vigna unguiculata Walp.*) en Chanchamayo**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

Mg. Carlos Alberto LEON YUCRA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 068-2023/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
SUAREZ LLACTA BRAULIO MIGUEL
LOPEZ BALDEON PATRICIA JULIA

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

“Influencia de niveles de Biol con microorganismos de montaña en la producción de frijol castilla (*Vigna unguiculata*. Walp.) en Chanchamayo”

Asesor
Ing. Martha Artica Cosme

Índice de similitud
10%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 04 de julio de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis A. Huanes Tovar
Director

DEDICATORIA

Con la gracia de nuestro divino creador por darme a los mejores padres por ser mis concejeros y hermanos por ser los ejemplos de vida quienes en conjunto construyeron a una persona de bien, para ser de mí, responsable y fuerte para afrontar la vida profesional con virtud, sencillez y humildad.

A mi Asesor Ing. Martha Artica Cosme, por el apoyo incondicional, moral y todos sus conocimientos compartidos hacia mi persona durante el presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

1. A mis docentes y colegas estudiantes de la UNDAC Filial La Merced, quienes, con su experiencia, conocimientos compartidos y apoyo incondicional, fueron parte de esta historia de mi vida para culminar mis estudios.
2. A las instituciones, familiares y amigos que compartieron sus conocimientos, sus experiencias y su colaboración para el desarrollo de este presente trabajo gratitud infinita hacia ustedes.
3. A Dios por sobre todas las cosas por concederme la vida, la inteligencia, padres, docentes y amigos por estar en el momento indicado, dedicando su labor y su amistad y a todas personas que me apoyaron para el lograr esta fase histórica de mi vida meta cumplida.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del Biol con microorganismos de montaña, en la producción de frijol castilla (*Vigna unguiculata Walp.*); y determinar su influencia en el crecimiento aéreo de la planta, el incremento de la biomasa y la producción de la misma, desarrollada en el departamento de Junín, provincia y distrito de Chanchamayo – Perú, con la intención de impulsar el incremento de la productividad de este cultivo y conocer la influencia de los microorganismos de montaña como abono foliar. Desarrollando el cultivo hasta los 90 días.

Se elaboraron cinco tratamientos con dosis de 0, 25, 50, 75 y 100 ml de Biol con MM/20 litros de agua. Observando que la mejor dosis para conseguir el incremento de la producción del frijol castilla fue con el tratamiento T5 con 100 ml de biol con MM/20 litros de agua, ya que con ésta dosis se obtuvo la mejor altura de planta con 55.55 cm, de igual manera se obtuvo el mayor diámetro del tallo con 9.10 mm; y el mejor peso seco de la planta (biomasa) con 4108.68 kg/Ha y la mejor producción en relación al mayor número de vainas por planta con un promedio de 32 vainas por planta, 272 granos de frijol por planta y un rendimiento de 3904.69 kg/Ha.

Concluyendo que el Biol con microorganismos de montaña (MM) influyen en la producción de frijol castilla (*Vigna unguiculata Walp.*), en la región de Chanchamayo – Junín.

Palabra claves: *Vigna unguiculata Walp* Biol, microorganismos de montaña.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of the Biol with mountain microorganisms on the production of castilla beans (*Vigna unguiculata* Walp.); and to determine its influence on the aerial growth of the plant, the increase of biomass and its production, developed in the department of Junin, province and district of Chanchamayo - Peru, with the intention of promoting the increase of the productivity of this crop and to know the influence of the mountain microorganisms as foliar fertilizer. Developing the crop up to 90 days.

Five treatments were elaborated with doses of 0, 25, 50, 50, 75 and 100 ml of Biol with MM/20 liters of water. Observing that the best dose to achieve the increase of the production of the castilla bean was with the treatment T5 with 100 ml of biol with MM/20 liters of water, since with this dose the best plant height was obtained with 55.55 cm, in the same way the greatest diameter of the stem was obtained with 9. 10 mm; and the best plant dry weight (biomass) with 4108.68 kg/Ha and the best production in relation to the highest number of pods per plant with an average of 32 pods per plant, 272 bean grains per plant and a yield of 3904.69 kg/Ha.

Concluding that the Biol with mountain microorganisms (MM) influence in the production of castilla bean (*Vigna unguiculata* Walp.), in the region of Chanchamayo - Junín.

Key word: *Vigna unguiculata* Walp, Biol, mountain microorganisms.

INTRODUCCIÓN

La población mundial, nacional y regional tiene un rápido crecimiento que exige un aumento proporcional de la producción de leche y carne en todo el mundo. De igual manera, por el recalentamiento global, nos encontramos con un clima cambiante, que exige incrementar la producción de forrajes con una calidad nutricional aceptable para obtener una producción de leche de forma sostenible. Aunque muchos cereales, incluido la soya, proporcionan un enorme tonelaje de biomasa, no son capaces de proporcionar una nutrición equilibrada a los animales lecheros. En consecuencia, hay que suministrar suplementos proteicos caros, lo que hace que se reduzcan los beneficios económicos. Además, la población de rumiantes está aumentando en todo el mundo, por lo que es necesario producir durante todo el año grandes cantidades de forraje nutritivo y más barato; de igual manera, según INEI (2020), el mundo estaría poblado actualmente por 7 mil 794 millones de habitantes y para el año 2050 serían, 9 mil 735 millones. En América latina se reportó para el año 2020 al Perú como el 7mo país más poblado, con 32 millones 626 mil habitantes; siendo el primero los Estados Unidos con más de 331 millones, seguido por el gigante de América del Sur, Brasil con 213 millones y México con 129 millones de habitantes.

Estos datos obligan a los países a incrementar la producción agrícola para alimentar a su población. siendo el cultivo del frijol castilla (*Vigna unguiculata* Walp), una alternativa alimenticia ya que es un cultivo de rápido crecimiento y bajo costo de producción. De igual manera existe antecedentes de aceptabilidad en el consumo humano por su sabor y fácil digestibilidad (Gallopín, 1990).

En la provincia de Chanchamayo, se cultiva este frijol para el autoconsumo, así como para su comercialización, como una alternativa de producción agrícola, siendo una alternativa para al agricultor de la zona como un generador de recursos económicos y

para mejorar la dieta alimenticia de la población de esta zona.

De igual manera se observa que los agricultores usan abonos sintéticos para incrementar la producción de este cultivo y esporádicamente usan abonos orgánicos como la gallinaza, los estiércoles y compost de los cultivos, pero no hay una formulación protocolar para recomendar la fertilización y el abonamiento de este cultivo.

Por eso surge la necesidad de incentivar el cultivo del frijol castilla (*Vigna unguiculata* Walp.), en la Selva Central e indagar la influencia de los bioles en desarrollo y producción del frijol castilla.

Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia de 4 dosis de biol a base de microorganismos de montaña para mejorar la producción del frijol castilla en el distrito y provincia de Chanchamayo, que se desarrolló en los meses de agosto a diciembre del año 2022.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas Específicos.....	4
1.4. Formulación de objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Justificación de la investigación.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	8
2.2. Bases teóricas - científicas	10
2.3. Definición de términos	17
2.4. Formulación de la hipótesis.....	17
2.4.1. Hipótesis General	17

2.4.2. Hipótesis Específica	18
2.5. Identificación de variables.....	18
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores	19

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	20
3.2. Nivel de investigación.....	20
3.3. Métodos de investigación.....	20
3.4. Diseño de la investigación.....	21
3.5. Población y muestra	22
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación ..	22
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	23
3.9. Tratamiento estadístico.....	23
3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica	23

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	24
4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados	32
4.3. Prueba de hipótesis.....	47
4.4. Discusión de resultados	49

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1.	Clasificación taxonómica del frijol	12
Cuadro N° 2.	Definición operacional de variables e indicadores.....	19
Cuadro N° 3.	Análisis de varianza	22
Cuadro N° 4.	Descripción de tratamientos.....	26
Cuadro N° 5.	Distribución de las unidades experimentales	26
Cuadro N° 6.	ANVA para altura de la planta a los 90 días de cultivo.	33
Cuadro N° 7.	Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta a los 90 días.....	33
Cuadro N° 8.	Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días	35
Cuadro N° 9.	Prueba estadística de Duncan al 5% para el diámetro del tallo.....	36
Cuadro N° 10.	ANVA para el peso seco de las plantas a los 90 días de cultivo.....	38
Cuadro N° 11.	Prueba estadística de Duncan al 5% para el peso seco de las plantas a los 90 días de cultivo.....	39
Cuadro N° 12.	ANVA para el número de frijoles por planta.....	40
Cuadro N° 13.	Prueba de Duncan para el número de frijoles por planta y por tratamiento.....	41
Cuadro N° 14.	ANVA para el número de vainas por planta	42
Cuadro N° 15.	Prueba de Duncan para el número de vainas	44
Cuadro N° 16.	ANVA para el rendimiento del cultivo en kilos/Ha.....	45
Cuadro N° 17.	Prueba estadística de Duncan al 5% para el rendimiento del cultivo en k/Ha.	46
Cuadro N° 18.	Prueba de hipótesis para el crecimiento aéreo de la planta.....	48
Cuadro N° 19.	Prueba de hipótesis para la biomasa de la planta.	48
Cuadro N° 20.	Prueba de hipótesis para la producción de la planta.	48

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.	Altura de las plantas a los 90 días	32
Gráfico N° 2.	Diámetro del tallo de las plantas	34
Gráfico N° 3.	Peso seco de las Plantas de Frijol	37
Gráfico N° 4.	Número de frijoles por planta por tratamiento	39
Gráfico N° 5.	Número de vainas por planta.....	42
Gráfico N° 6.	Rendimiento de frijol k/Ha.....	45

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Los cultivos agrícolas que se practican actualmente, reportan aumentos importantes en los rendimientos a corto plazo, pero con dependencia tecnológica de insumos y de pesticidas sintéticos, causando impactos negativos en el medio ambiente ocasionando la degradación de los recursos naturales y del ecosistema, lo que está generando erosión y degradación del suelo, así como contaminación ambiental; pero, este incremento de la producción no ha sido capaz de solucionar el problema de la pobreza rural (Astier, 1994).

De igual manera a consecuencia del empleo de éstas prácticas de producción cada vez más intensivas, ha ocasionado en los últimos tiempos el deterioro de los recursos naturales y se ha agudizado por la creciente demanda de alimentos y materias primas generadas por el aumento de la población mundial. (Gallopín, 1990); de igual manera sostiene: “...*la necesidad imperiosa de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y mantener*

o aumentar la productividad de los cultivos, demanda desarrollar e implementar nuevas tecnologías para el manejo de los sistemas agrícolas...” argumentando que opción para mejorar la calidad y fertilidad de los suelos es el uso de biofertilizantes para disminuir el deterioro del medio ambiente.

Los métodos de producción actualmente, son insostenibles los cuales reportan problemas al ambiente, como la erosión y pérdida de la calidad del suelo. Por lo cual, los agricultores se enfrentan un doble reto: a) Conservar los recursos naturales usados y b) Aumentar la productividad (Gallopín, 1990).

Ante este problema, surge la necesidad de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y aumentar la productividad, implementando nuevas tecnologías para mejorar la productividad agrícola. Por eso, se busca que las nuevas tecnologías deben de incluir el aspecto de sostenibilidad “...una agricultura sustentable es aquella que en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto...” (American Society of Agronomy, 1989).

González et al, (1990), manifiesta que la calidad del suelo se puede recuperar aportando al suelo los principios químicos extraídos por las cosechas, con el uso de fertilizantes químicos sintéticos o bien mediante la reincorporación de materia orgánica. Otra alternativa para mejorar la calidad del suelo y obtener altos rendimientos, es mediante la reactivación y el uso de microorganismos simbióticos, los cuales se asocian con las raíces de las plantas propiciando a

que la planta realice una alimentación adecuada, ejemplo puede ser incrementando la disponibilidad de nitrógeno por las bacterias *Rhizobium*, añadir los hongos micorrizicos para mejorar la absorción de fósforo.

Asimismo, el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata* Walp), se utiliza en la provincia de Chanchamayo, para el autoconsumo, así como para su comercialización, como una alternativa de producción agrícola. La importancia radica en que, es un generador de recursos económicos para el agricultor y mejora su dieta alimenticia.

En nuestra zona, el cultivo del frijol castilla, se realizan durante en los meses de abril a agosto (primera siembra) y de agosto a diciembre (segunda siembra), siendo uno de los problemas la fertilidad de los suelos, que influye directamente en el rendimiento de este cultivo, superando este problema con la fertilización de las tierras con abonos sintéticos, pero genera debilitamiento de las tierras en sus nutrientes y se eleva los costos de producción y a la pérdida de nutrientes del suelo.

Por lo que esta investigación pretende evaluar la eficiencia de 4 dosis de biol a base de microorganismos de montaña para mejorar la producción del frijol castilla.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en:

Región	:	Junín
Provincia	:	Chanchamayo
Distrito	:	Chanchamayo
Lugar	:	Centro experimental de la UNDAC – Filial La Merced
Altitud	:	740 msnm.

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge y Tossi (1982), el área de estudio pertenece a la zona de bosque húmedo pre montano tropical bh-PT.

La presente tesis, demarca la investigación en determinar la importancia de los bioles con microorganismos de montaña para mejorar la producción del cultivo del frijol castilla (*Vigna unguiculata* Walp.) en la selva Central de nuestro país, con la intención de brindar una alternativa a los agricultores de nuestra zona y mejorar su sistema de producción de este cultivo.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Los niveles de Biol con Microorganismos de montaña, influirá en el incremento de la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*? Walp)?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Los niveles de Biol con MM, tendrán influencia para incrementar el crecimiento aéreo de la planta?
- ¿Los niveles de Biol con MM. tendrán influencia para incrementar la biomasa de la planta del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*? Walp)
- ¿Los niveles de Biol con MM, influirán en el incremento de la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*? Walp)

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los niveles de Biol con microorganismos de montaña. en la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp).

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la influencia de los niveles del Biol con MM, en crecimiento aéreo del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp)
- Determinar la influencia del Biol con MM, para incrementar la biomasa del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp)
- Evaluar la influencia del Biol con MM, en el incremento de la producción frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp)

1.5. Justificación de la investigación

González, et al, (1990), sostiene que para impulsar el incremento de la productividad en los cultivos agrícolas y conservar los recursos naturales, se debe incentivar el uso de microorganismos simbióticos como los microorganismos eficientes (EM) y microorganismos de montaña (MM), los cuales pueden ser suministrados en forma sólida o líquida (bioles) (Perepelitsa, 1974), manifiesta que estos microorganismos, son considerados de necesidad para incrementar la productividad agrícola, y representan un potencial para generar una agricultura sostenible porque mejora la fertilidad del suelo, manteniendo en equilibrio el ecosistema agrícola sostenible.

Campos et al (2014), manifiestan que los microorganismos de montaña (MM), están constituidos por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, los cuales generan descomposición de la materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de la flora (por ejemplo, bosques mixtos y latifoliados, plantaciones de café, plantaciones de bambú, entre otros).

Barea yet al. (1984), manifiestan que los productos de la descomposición de la materia orgánica del suelo abastecen de energía para el crecimiento de la

microflora y suministran el Carbono necesario para la formación de nuevos materiales celulares en las plantas. De igual manera, Carrillo (2003), manifiesta que la descomposición de la materia orgánica se realiza principalmente por los microorganismos. Aspecto que se considera importante porque es el único mecanismo de regeneración de los elementos nutritivos en forma útil para el desarrollo de las plantas. También se manifiesta que una de las mayores contribuciones benéficas de los microorganismos de montaña para el desarrollo de las plantas, es el abastecimiento de nitrógeno y el fósforo ya que estos son los dos elementos químicos que comúnmente limitan el crecimiento de la planta.

La interacción del suelo-plantas-microorganismos se realiza preferentemente en la zona denominada rizósfera; y entre los efectos más importantes de esta relación es la influencia recíproca que se genera entre ellos. (Cardona, et al. 2002).

El cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata* Walp.) es utilizado en Chanchamayo, para el autoconsumo como para la comercialización. La justificación de la presente investigación radica en incentivar este cultivo por ser un generador de ingresos para la familia rural y ésta menestra es básica para su dieta alimenticia. De igual manera se ha identificado que los agricultores no efectúan una adecuada fertilización y si lo practica, lo hacen con fertilizantes sintéticos en forma descontrolada, generando dependencia los a fertilizantes y pesticidas sintéticos, por lo que es necesario buscar opciones prácticas y viables de sistemas de abonamiento, que conduzcan a minimizar los costos de producción y mejorar el rendimiento de la producción de este cultivo. (Meléndez, 1997).

1.6. Limitaciones de la investigación

Para desarrollar la presente investigación, se presume como limitación el acopio de los microorganismos de montaña, el cual debe de ser colectado del bosque virgen, es decir de lugares que no hay contaminado el hombre y poder preparar el biol.

Actualmente, los agricultores están ingresando a los bosques vírgenes, para ampliar sus tierras de cultivo, lo que dificulta conseguir estos microorganismos de montaña, el cual se encuentra en los árboles caídos y en estado de descomposición. Pero se debe de ingresar a las zonas que no han sido invadidas por los agricultores, para conseguir estos hongos. Luego de coleccionar esos microorganismos otra limitación es la metodología no estandarizada para la preparación de los microorganismos sólidos para luego, preparar los bioles, los cuales serán usados en esta investigación.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Umaña (2017), en su investigación para determinar el efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo en dos cultivos agrícolas, aplicados los microorganismos de montaña en forma líquida (biol) en forma de fertirriego a dos especies de plantas culantro y espinaca, para evaluar, entre otros indicadores, el tamaño de hojas y biomasa seca de las plantas; encontró una mejor producción en los tratamientos con respecto al control. De igual manera demostró que existe incremento en las propiedades físico químicas y biológicas del suelo las cuales están asociadas con el aumento de aplicación de los MM a los cultivos en estudio.

Lian y Plasencia (2017), en su investigación sobre el efecto de niveles de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo. Tesis para optar título de ing. Agrónomo en UNDAC, demostró que La vigorosidad y el

incremento del diámetro de tallo de la planta de bambú está en relación al incremento de materia orgánica en el suelo.

Orbe (2017), en su investigación evaluó la eficiencia de cuatro dosificaciones de biofertilizante con Microorganismos de Montaña (MM) en forma de biol, con dosis de 27.20, 20.41, 13.61 y 0 ml. en el cultivo del rábano, reportó que el mayor crecimiento foliar, radicular y el peso de bulbo se obtuvo con la dosis T1 (27.20 ml) de biofertilizante, demostrando que a mayor dosis de biol con MM, se obtiene mejores resultados en el crecimiento del rábano; de igual manera reportó que las dosis de biol con MM empleadas influyeron en el crecimiento del cultivo y en la modificación del suelo.

Mahammad (2021), en su investigación para evaluar el rendimiento del frijol caupí [*Vigna unguiculata* Walp] en los sistemas de cultivo intercalado de frijol caupí y sorgo, intercalando con el sorgo en franjas de 8, 12 y 16 filas con un espaciamiento de 30, 45 y 60 cm entre las filas, reporta que las franjas con 12 filas y un espaciamiento de 60 cm entre las filas afectaron positivamente a todas las variables agronómicas con la mayor producción de biomasa de materia seca de 6.63 t/ha, respectivamente). Por lo tanto, el cultivo intercalado de frijol caupí con sorgo en franjas de 12 filas con un espaciado de 60 cm ofrece una solución biológicamente viable para mejorar la biomasa y la calidad del forraje del caupí en cultivo intercalado con sorgo

Guanopatín (2012), en su investigación realizada sobre “Aplicación de BIOL en el Cultivo de Alfalfa” (*Medicago sativa*), reporta que se obtuvo mejores resultados con respecto a la altura con aplicaciones de 5 ml/l cada 15 días después del corte, superando a la mayoría de los parámetros evaluados como número de hojas, altura de planta, volumen o biomasa.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Descripción botánica del frijol castilla (*Vigna unguiculata* Walp.)

El frijol castilla o caupi, es de color blanco cremoso, con una mancha negra alrededor del hilio, con una forma casi esférica y con un tamaño pequeño, con una altura aproximada de 0.50 a 0.60 cm. de altura de planta.

De acuerdo a MINAGRI (2021), es una planta que no requiere aplicar fertilizantes, si es que existe abono residual de cultivo anterior. Es susceptible a enfermedades como la chupadera y al ataque del gusano de la tierra.

La cantidad de semilla necesaria para sembrar una Ha. De terreno es de aproximadamente 50 a 60 kilos; con un distanciamiento entre plantas de 50 cm y 60 cm entre surcos.

No es muy exigente de riego, pero si se requiere mantener el suelo húmedo hasta el llenado de las vainas, requiere suelos preferentemente arenosos. En la selva, se cultiva de preferencia en la playa de los ríos.

Esta especie pertenece a la familia Fabaceae, la cual integra más de 200 especies a nivel mundial; siendo las más conocidas y de importancia agrícola *V. aconitifolia*, *V. Angularis*, *V.mungo*, *V. radiata*, *V. subterranea*, *V. umbellata* y *V. unguiculata* (Fery 2002).

El frijol castilla, cultiva principalmente en regiones tropicales y subtropicales del mundo, siendo una de las cinco leguminosas más importantes para consumo humano (Smýkal et al. 2015).

Es tolerante a la sequía, con buena capacidad de captar el nitrógeno y se adecua a diferentes modalidades de cultivo (Goncalves et al. 2016); siendo uno de los cultivos económicamente rentables para los agricultores. (Deng et al. 2013).

El mismo autor sostiene que cuando las flores se encuentran en una inflorescencia terminal del tallo principal, característica que determina el final del crecimiento de la planta. Cuando la floración es axilar el crecimiento del tallo continúa en forma indeterminada; y, sub-dividirse en tres formas de crecimiento de la planta: Indeterminado tipo arbustivo, tipo indeterminado prostrado e indeterminado trepador.

2.2.2. Morfología

Esta planta tiene un sistema radicular bien desarrollado, comprende una raíz principal y muchas raíces secundarias. Sus tallos son delgados y débiles y de alturas muy variables. Su porte está determinado por la forma de los tallos; si el tallo principal presenta una inflorescencia terminal, la planta tendrá crecimiento determinado (llamadas variedades enanas) y si el tallo no tiene inflorescencia terminal y la inflorescencia aparece en las axilas, la planta tendrá un crecimiento indeterminado (variedades trepadoras) (Ganoza, 2014).

La planta presenta botones florales en el caso de las plantas con crecimiento determinado, las primeras flores en abrir corresponden a los botones ubicados en la parte terminal del tallo principal y de las ramas; luego la floración se extiende sucesivamente hacia los nudos ubicados en parte posterior de tallo. En las plantas con crecimiento indeterminado, la floración comienza en los nudos inferiores del tallo principal y de las ramas, para luego extenderse sucesivamente hacia los nudos superiores (Ganoza, 2014).

Cardona, et al. (2002), manifiesta que la flor del frijol, es una flor papilionácea, Existen variedades de frijol precoces o de maduración uniforme (70 días) corresponden a las plantas de crecimiento determinado y las de floración tardía (6 a 8 meses), que corresponde a las plantas de crecimiento indeterminado

y presentan una maduración de la vaina desigual.

La raíz del frijol consta de una raíz principal y varias ramificaciones tomando la forma de un cono; por ser una leguminosa, el frijol hace simbiosis con bacterias *Rhizobium*, formando nódulos con tamaño muy variados. Estos nódulos captan los carbohidratos de la planta, pero fijan el nitrógeno del aire al suelo, el cual es captado por la planta. (Cardona, et al. 2002).

2.2.3. Clasificación

En el Perú, el frijol, se siembra en todos los climas, desde los 50 hasta los 2,300 msnm, siendo denominado como un cultivo cosmopolita (Díaz, 2004).

Cuadro N° 1. Clasificación taxonómica del frijol

Reyno	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Leguminosae
Categoría	Fabids
Familia	Fabaceae
Género	<i>Vigna</i>
Especie	<i>unguiculata</i>
Nombre científico	<i>Vigna unguiculata</i> W..
Nombre común	Castilla o caupi

Fuente: Melendez, (1997).

2.2.4. El cultivo del frijol

Los frijoles son una fuente rica de proteínas de más importancia en la dieta de la población rural en América Latina (Melendez, 1997).

Esta leguminosa es utilizada mayormente como un alimento complementario para los pobladores de nuestra selva. Por lo que se considera

como un atributo nutricional suplementario en las dietas compuestas por cereales, acompañadas con arroz o yuca, maíz, (Jimenez, Et al. 1998).

Cardona, et. al, (2002). Manifiesta que, en nuestra selva central, el frijol es parte de la dieta principal de la población, por rutinas tradicionales y culturales ya que a que ha sido cultivado y consumido desde tiempos ancestrales.

En el Perú, existe alta deficiencia en el consumo de proteínas de origen animal Una de sus razones es el alto costo de estas proteínas en el mercado. Por lo que el frijol adquiere importancia ya que proporciona gran parte de la proteína necesaria para la buena alimentación de la población, con precio más bajo, (Cardona, et. al. 2002).

2.2.5. Rendimiento

La producción de los cultivos es afectada por dos factores, los bióticos y los abióticos. Los bióticos son ocasionados en algunos casos por el hombre al decidir la variedad de semilla o tipo de cultivar a utilizar, puede ser ocasionado por plagas (hongos, bacterias, insectos, roedores, aves, microorganismos benéficos y perjudiciales), siendo los factores abióticos los que el hombre no puede influir, ejemplo, la variación de la temperatura, el incremento de la humedad relativa, el incremento de las precipitaciones, la presencia de heladas, el tipo y profundidad de suelo, la disponibilidad de nutrientes esenciales entre otros factores, (INIA. 2008).

2.2.6. Los microorganismos de montaña y el biol

Los microorganismos se encuentran en todas partes en la naturaleza cumpliendo funciones importantes para mantener el equilibrio ecológico, (Franco, 2010). Un grupo de estos microorganismos son considerados como

microorganismos patógenos quienes son capaces de producir enfermedades a las plantas, animales, y contaminan el ambiente. Otro grupo son los microorganismos que desempeñan funciones amigables con el ambiente, llamándoles microorganismos benéficos o eficientes (Flores, 2016).

Otro grupo de microorganismos eficientes son los denominados microorganismos de montaña que se encuentran de forma natural en distintos ecosistemas donde el hombre, nunca o al menos por un período de tres años no ha utilizado ningún tipo de agroquímicos (Mora, 2010). Se ha investigado los efectos benéficos de estos microorganismos (MM) que ayudan en la descomposición biológica de la materia orgánica, la mineralización, la nitrificación, generan antagonismo y favorecen la fermentación (Garden City Composting, 2002).

Desarrollan actividades para mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos y cultivos. También en la mejora de asimilación de nutrientes, favorecen el crecimiento y protección de las plantas (Martinez (2003)

Estos microorganismos de montaña (MM) comprenden un promedio de 80 especies de diez géneros y pertenecen taxonómicamente a cuatro grupos de microorganismos, son: las Bacterias fotosintéticas, los actinomicetos, las bacterias productoras de ácido láctico, los hongos y las levaduras (Higa & Wididana, 2004).

Las bacterias fotosintéticas comprenden un grupo de microorganismos que sintetizan aminoácidos, los ácidos nucleicos, azúcares, proveniente de las secreciones que producen las raíces; se ha reportado que estas bacterias promueven el desarrollo y crecimiento de la planta. Las bacterias lácticas producen el ácido láctico a partir de azúcares de las secreciones de las plantas, así mismo, este ácido actúa como compuesto esterilizante ayudando a prevenir el crecimiento de microorganismos dañinos en las raíces de las plantas (Higa & James, 1994).

Los hongos fermentativos y las levaduras como la *Saccharomyces spp* se encargan de sintetizar sustancias antimicrobianas, algunos amino ácidos, y azúcares, también elaboran hormonas y enzimas que ayudan a la división celular de los tejidos de la raíz de las plantas. Los actinomicetos se benefician de los productos que elaboran las levaduras para ejercer sus funciones como biofertilizantes (Higa & Wididana, 2004).

Los géneros de bacterias *Azotobacter sp*, *Azospirillum sp*, y *Rizobium sp*, interactúan con los hongos *Micorrizicos*, los cuales ayudan a aumentar la superficie de absorción de las raíces para captar sus nutrientes (Garden City Composting, 2002) También se ha reportado que los biofertilizantes a base de MM se encuentran microorganismos del género *Bacillus sp*, *Pseudomonas sp*, y *Streptomyces sp*; son bacterias capaces de fijar el nitrógeno al suelo y estimular el crecimiento de las plantas (Armenta- Bojórquez, et al., 2010).

Hernandez (2011), manifiesta que el Biol es un insumo muy usado en la agricultura y constituye una alternativa más para que los pequeños productores puedan elaborar sus propios insumos naturales con materiales que se encuentran en las mismas fincas. El Biol de pasto fermentado con MM es un buen sustituto de los abonos orgánicos a base de sustratos de origen animal. De igual manera manifiesta que la calidad del producto se puede comprobar al final del proceso mediante un olor agradable, similar a la fermentación alcohólica. Por el contrario, el mal olor sería un indicador de que el proceso no se hizo apropiadamente.

Veliz D. (2013), sostiene que el biol es un biofertilizante, aportador de fitoreguladores, el cual es preparado a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza puesto a fermentar por varios días, obteniendo un producto de la descomposición anaeróbica de los desechos

orgánicos de olor agradable.

Colque, et al. (2005), manifiestan que la producción de abono foliar tipo biol es una técnica utilizada con el objeto de incrementar la calidad de las cosechas su aplicación en pequeñas cantidades es capaz de mejorar las actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como: el enraizamiento, incrementar el follaje, mejorar la floración y activar el vigor y poder germinativo de las semillas, ayudando a incrementar las cosechas, además en la producción del biol se puede añadir a la mezcla plantas biosidas o repelentes, para combatir las plagas por insectos.

2.2.7. Aplicaciones de MM (Microorganismos de montaña)

Los microorganismos de montaña se utilizan para la preparación de fertilizantes con el propósito de acelerar el proceso de descomponer la materia orgánica para aumentar la producción de los cultivos, así como también mejorar la calidad de los productos, como también se usa para estimular la germinación de semillas y el crecimiento de las raíces. Los microorganismos de montaña, también aumentan la protección de los cultivos de organismos causantes de enfermedades. De igual manera se utiliza en la preparación del biol con mm, biofermentos, (Biol) repelentes biológicos (Kalema, 2010).

La gran cantidad de energía que se encuentra en los residuos orgánicos son utilizados como conductores del proceso de bioremediación al utilizar los microorganismos de montaña del suelo. Las capacidades de la población microbiana del suelo para iniciar y acelerar la degradación de los residuos orgánicos favorecen la recuperación del suelo (Jonsson y Haller, 2014). Los estudios de biofertilización y de biorremediación representan alternativas innovadoras para los países en desarrollo. (Altier et al, 2013).

2.3. Definición de términos

- **Microorganismos de montaña.** comprenden una gran diversidad microbiana representada por bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con actividad fermentativa.
- **Biol.** Es un abono foliar que incrementa y estimula el óptimo crecimiento, y desarrollo de los cultivos como la papa, maíz, trigo, habas, hortalizas, frutales, entre otros
- **Frijol castilla.** Es una legumbre, su fruto es comestible fresco y seco como grano maduro, es de color crema con hilio negro, nombre científico de la especie *Vigna unguiculata*, W. cultivada en la costa norte y sur y en la selva del Perú.
- **Rendimiento del cultivo.** el rendimiento es una medida, que determina la cantidad que produce un cultivo o producto por unidad de superficie de tierra.
- **Crecimiento aéreo de la planta.** El crecimiento aéreo, es el aumento del número y volumen celular. La altura de planta (cm), el diámetro del tallo (mm), el índice de área foliar.
- **Biomasa de la planta.** Es la cantidad de peso seco de la planta la que se expresa en gramos o calorías (julios) por ml o g de muestra. Un método para expresar la biomasa de una población es la estimación del peso seco por gramo o en ml de una muestra.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Los niveles de Biol con MM. influyen en la producción frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)

2.4.2. Hipótesis Específica

- Los niveles de Biol con MM. influyen en el crecimiento aéreo de la planta del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)
- Los niveles de Biol con MM, influyen en el incremento de la biomasa del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)
- Los niveles de Biol con MM, influyen en el incremento de la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

- Biol con microorganismos de montaña

Indicadores

- 0 ml. de de Biol / 20 ltr agua
- 25 ml. de de Biol / 20 ltr agua
- 50 ml. de de Biol / 20 ltr agua
- 75 ml. de de Biol / 20 ltr agua
- 100 ml. de MM 20/ltr agua

2.5.2. Variable dependiente

- Crecimiento aéreo de la planta
- Biomasa de la planta
- Producción de la planta de frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)

Indicadores

- Altura de plantas
- Diámetro del tallo
- Peso seco de la planta

- Producción de frijol seco/Ha.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Cuadro N° 2. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Indicador	Dimensión
Independiente		
Biol con microorganismos de montaña	Concentración de Biol.	0 ml. de Biol / 20 ltr agua 25 ml. de Biol / 20 ltr agua 50 ml. de Biol / 20 ltr agua 75 ml. de Biol / 20 ltr agua 100 ml. de Biol / 20 ltr agua
Dependiente		
Crecimiento aéreo de la planta	Altura de plantas Diámetro de tallo	Centímetros milímetros
Biomasa de la planta	Peso seco de la planta	gramos
Producción de la planta	Número de frijoles/planta Número de vainas/planta Rendimiento de frijol seco/Ha	Unidades Unidades Kilos

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Nuestra investigación es aplicada, porque evalúa el comportamiento de los bioles y la influencia que tienen para mejorar producción del frijol castilla, el sustento científico se basa en los fundamentos teóricos de la fisiología de la planta de frijol castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp), para evaluar la influencia entre el biol con microorganismos de montaña y la producción del frijol castilla bajo condiciones de la selva central del Perú, Los logros de esta investigación aplicada servirán para mejorar el conocimiento de los agricultores de la zona y pueda ser usado para mejorar la tecnología agraria.

3.2. Nivel de investigación

Esta investigación tiene el nivel exploratorio y correlacional debido a sus características; al evaluar la influencia del biol en la producción de frijol castilla.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación es el experimental, porque manipula la

variable independiente (niveles de bioles) para relacionarla con la variable dependiente crecimiento aéreo de la planta, biomasa y rendimiento de la planta de frijol castilla para la región de Chanchamayo. este método tiene como sustento teórico lo reportado por Cohen, (1988), quien manifiesta que en una investigación experimental se manipulan intencionalmente la variable independiente (causa: antecedentes), para analizar el efecto que se tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos) dentro de una situación de control para el investigador”.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación usado para nuestra investigación, fue el diseño completamente azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, para lo cual se presenta el siguiente modelo aditivo lineal:

3.4.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor observado

μ = Media poblacional.

τ_j = Efecto del tratamiento (parámetro) en la unidad experimental.

e_{ij} = Error, valor de la variable aleatoria Error experimental.

$i=1,2,\dots, t$

$j=1,2,\dots,ti$

3.4.2. Análisis de variancia

Cuadro N° 3. Análisis de varianza

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	fc	Ft		Sgn.
					5%	1%	
Tratamientos	4						
Error	12						
Total	19						

3.5. Población y muestra

Población: está conformado por 5 parcelas de suelo agrícola; la que comprende 5tratamientos con 4 repeticiones.

Muestra: La muestra La integran las 4 repeticiones para cada tratamiento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se usó en el desarrollo de la presente investigación fue la observación y el instrumento de recolección de datos se realizaron con las fichas de colección de datos. Los instrumentos para la recolección de datos que se usaron fueron el vernier, balanza, flexómetro. El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación, se realizó mediante el análisis de variancia.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La presente investigación es de aplicación para el nivel de pre grado, como requisito para optar el título profesional de ingeniero agrónomo, por lo que, la validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación se realizó mediante la consulta bibliográfica para realizar la elaboración de los instrumentos de medición para la presente investigación en relación a las variables investigadas, lo que nos permitió obtener datos para dar respuesta a la variable independiente (niveles de biol) y determinar su efecto sobre la variable

dependiente (crecimiento y producción de la planta).

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos se realizó con la ayuda de una laptop y el aplicativo para el almacenamiento de los datos fue Excel de Windows; y el procesamiento de los datos se realizó en el software para análisis estadístico SPSS, ver 25.

3.9. Tratamiento estadístico

El estadístico de los datos durante la ejecución del trabajo de investigación, se realizó mediante la aplicación del análisis de varianza. Usando los estadísticos que nos permitieron evaluar a la población y la relación entre ellos, fueron: la Media, la Varianza, y el Coeficiente de variación y la Desviación estándar.

3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica

La presente investigación, se ejecutó en el Campo experimental de la Universidad Nacional Daniel Alces Carrión – Filial La Merced, ubicada en el distrito y provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín, habiendo sido verificada su ejecución por el asesor de la presente tesis, Los resultados de las evaluaciones y las fotografías se consideras en los anexos, los que servirán como evidencia de la ejecución y servirán de referencia para otros trabajos de investigación para contribuir al conocimiento sobre el cultivo de frijol castilla a nivel de trópico en la provincia de Chanchamayo en la Selva Central, en beneficio de los agricultores de nuestra región.

La ejecución de la presente tesis, se desarrolló siguiendo los valores éticos y damos fe que los resultados de la presente investigación, se usaron para desarrollar la presente tesis.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Lugar de ejecución

La presente tesis, se desarrolló en el Campo Experimental de la Universidad Nacional Daniel Alces Carrión – Filial La Merced, ubicada en el distrito y provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín, Teniendo como ubicación geográfica: Latitud Sur a $11^{\circ}04'27.271S'$ y longitud oeste con $075^{\circ}20'401''$

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge y Tossi, (1982), el área de estudio pertenece a la zona de bosque húmedo pre montano tropical bh-PT.

a) Materiales de campo

- Estacas de madera
- Cordel de nylon
- Cal

- Letreros/tratamiento
- Frasco aspersor
- Azadón
- Lampa
- Machete
- Rastrillo
- Flexómetro
- Balanza eléctrica (0.01 error)

b) Material biológico

- Planta frijol castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp).
- Biol
- Microorganismos de montaña

c) Materiales de escritorio

- Lapiceros
- Regla
- Cuaderno de campo
- Plumón indeleble
- Papel bond 75 gr.
- Memoria digital USB
- Etiquetas/Tratamiento

d) Equipos

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital

- Horno de secado

e) Descripción de los tratamientos

Cuadro N° 4. Descripción de tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	- 0 ml. de Biol / 20 ltr agua
T2	- 25 ml. de Biol / 20 ltr agua
T3	- 50 ml. de Biol / 20 ltr agua
T4	- 75 ml. de Biol / 20 ltr agua
T5	- 100 ml. de Biol / 20 ltr agua

f) Croquis de campo

Cuadro N° 5. Distribución de las unidades experimentales

Repetición	TRATAMIENTOS				
1	T3	T1	T5	T4	T2
2	T5	T3	T4	T2	T1
3	T2	T3	T1	T5	T4
4	T2	T1	T3	T4	T2

4.1.2. Evaluación de las variables

Las evaluaciones se realizaron a los 15 días de la fecha del nacimiento de las plántulas de frijol, luego las evaluaciones se realizaron cada 15 días. Se evaluó 4 plantas por Tratamientos haciendo un total de 20 plantas a ser evaluadas cada 15 días, para medir los parámetros a ser evaluados en la presente investigación.

- Altura de plantas (cm),
- Diámetro del tallo
- Peso seco de la planta
- Número de vainas por planta

- Número de frijoles por planta
- Rendimiento de la planta por Ha.

a) Altura de planta (cm)

Se midió en centímetros, la altura de la planta, desde el cuello de la planta, aras del suelo hasta el ápice de la planta, usando unflexómetro

b) Diámetro del tallo.

Con la ayuda de un vernier, se colocó el vernier el tallo principal a 15 cm del suelo y se registró el diámetro en milímetros

c) Peso seco de la planta

Para determinar el peso seco (biomasa) de la planta, se llevó a la estufa para secar las plantas por 12 horas a 60°C. luego se procedió a pesar las plantas, el peso seco de la planta, se multiplico por la cantidad de plantas que se puede cultivar en una hectárea, en base a la densidad de siembra aplicada para esta investigación.

d) Número de vainas por planta

Para evaluar el número de vainas por planta, se realizó al momento de la cosecha, cuantificando por cada tratamiento y repetición la cantidad de vainas que emitió las plantas

e) Número de frijoles por planta

Para evaluar el número de frijoles por planta, se procedió a abrir las vainas cosechas de cada planta por tratamiento y repetición y realizar el conteo del número de frijoles totales que se cosechó por planta.

f) Rendimiento de la Planta

Para evaluar el rendimiento de la planta, primero se secó los granos de frijol; luego se contó la cantidad de frijoles que produce cada planta en promedio de las 4 repeticiones por tratamiento, se pesó la producción de frijoles por planta y se multiplicó por la cantidad estimada de plantas a ser sembradas en una hectárea. Se expresó este dato en kilos/Ha.

4.1.3. Preparación de las parcelas experimentales para los tratamientos

Ubicada la parcela experimental designada para desarrollar la fase experimental; se procedió a realizar el macheteo de la mala hierba y recojo del mismo para limpiar el terreno, luego se roturó el terreno para ablandar el suelo, seguidamente se procedió a demarcar las líneas de cultivo para utilizarlas en cada tratamiento.

a) Preparación de los microorganismos de montaña sólidos

Se realizó la colección de troncos podridos y hojarasca del bosque virgen de la zona de Chanchamayo, donde el hombre no hay ingresado o cultivado por lo menos 3 años antes, para asegurar la presencia de estos microorganismos.

Para la preparación de los MM, Se empleó los siguientes insumos:

- Medio saco de hojarasca y palos podridos (presencia de MM)
- 10 k de afrecho de arroz
- 1 litro de melaza
- Agua de lluvia (cantidad suficiente para mantener húmeda la mezcla)

Para la preparación de los microorganismos sólidos: Se muele bien los palos podridos y la hojarasca para mezclar homogéneamente con los otros insumos.

La aplicación del agua, será para que la mezcla tenga una consistencia

húmeda y que al coger un puño de esta mezcla, no se desborone, siendo este un indicador de suspender la aplicación del agua.

Se almacena en un cilindro de plástico con tapa bien apisonado cubriendo toda la mezcla con un plástico, para evitar la presencia de aire, por 30 días, sin abrir el cilindro.

Luego de los 30 días de fermentación, se descubre el cilindro y se comprueba la descomposición de la mezcla y la emanación de un aroma agrídulce que debe emanar esta mezcla.

b) Preparación de los microorganismos de montaña líquido

Para la preparación del Biol, Se procedió a coleccionar 5 k de los MM preparados y se colocó en una bolsa de tela colocándolo en un cilindro de 50 litros de capacidad, a la que se le agregó:

- 20 litros de agua
- 5 k de MM sólido (en la bolsa de tela)
- 1 litro de melaza

La mezcla de estos insumos en el cilindro se le llama biorreactor. El tiempo de maceración en el biorreactor, varía de acuerdo a estudios realizados en el que se indica que entre los 5 a 10 días, hay predominación de hongos en el biofermento (Biol); luego entre los 11 a 15 días, hay mayor presencia de bacterias que desplazan a los hongos y a partir de los 16 días se incrementa la presencia de levaduras; bajo este criterio, se dejará en fermentación 20 días, para obtener mayor cantidad de levaduras y otros principios orgánicos que ayuden a fertilizar a la planta.

La elaboración del Biol se realizó 4 veces considerando las 4 veces que se aplicó a los cultivos, según los tratamientos.

c) Abonamiento y siembra del cultivo del frijol castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)

Luego de preparar la tierra para el cultivo, se aplicó homogéneamente a todos los tratamientos compost simultáneamente con la siembra de la semilla, aplicándose en forma localizada manualmente a cada postura de plantas, en una proporción a 800 k/ha. de compost; equivalente a 480 g. por mata de plantas.

Para realizar la siembra del frijol castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp), se compró la semilla de agricultores de nuestra zona verificando que tenga buenas condiciones de forma tamaño y no presenten manifestaciones externas de hongos u otra apariencia que indique la presencia de alguna enfermedad.

Se preparó la tierra emparejándola, para luego formar los surcos. Al momento de la siembra se aplicó la primera dosis de biol al suelo. Según el tratamiento que le corresponda; luego se procedió a depositar 04 semilla por golpe, con distanciamiento entre plantas de 0.30 m y entre surcos de 0.50 m. Luego de germinada las semillas, se procedió al raleo de las matas, dejando solo tres plantas por mata de cultivo.

d) Aplicación del biol

El biol, se aplicó al momento de la siembra, según la dosis que le corresponde a cada tratamiento: La aplicación se realizó cada 15 días hasta los 45 días (considerando la primera dosis el momento de la siembra) con la ayuda de una botella aspersora, aplicando 10 cc. A cada planta y al suelo.

e) El aporque

El aporque se ejecutó a los 45 días después de la siembra, consiste en agregar tierra al tallo de las plantas para otorgar mayor cantidad de tierra agrícola al cultivo y las raíces tengan mayor espacio para su crecimiento y absorción de los nutrientes.

f) Control de Malezas

El control de la maleza se realizó en forma manual, con la ayuda de un azadón para remover la mala hierba raspando la tierra y dejando libre las plantas de la vegetación invasora. El control de malezas se realizó en forma manual, programándose 2 cultivos, la primera 20 días después de la siembra y la segunda 45 días después de la siembra.

g) Control de insectos plagas y enfermedades

Para control de plagas del follaje se utilizó en forma preventiva los insecticidas químicos comerciales. Se aplicó dos aspersiones, la primera aspersión se realizó a los 10 días después de la siembra la segunda aplicación a los 20 días después de la primera aspersión.

h) Cosecha

La cosecha se realizó a los 90 días después de la siembra, en forma manual, teniendo como indicador el marchitamiento y caída de las hojas, así como el cambio de coloración de las mismas. De igual manera se observó el cambio de color de las vainas que se tornan de color amarillo.

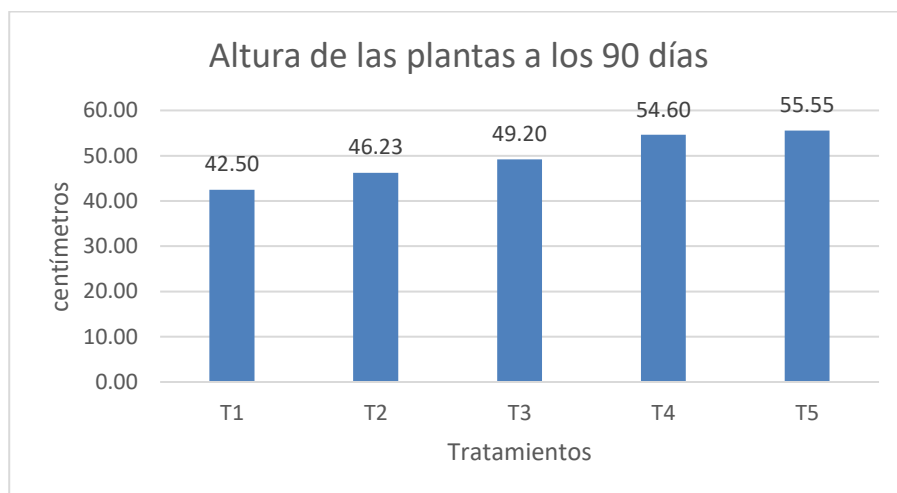
4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados

4.2.1. Altura de las plantas

La evaluación de la altura de las plantas se realizó cada 15 días después de las plantas hasta los 90 días, la medición se realizó con la ayuda de un flexómetro, considerando desde el ras del suelo hasta la parte apical de la planta.

Los datos para los 90 días de cultivo, se presentan en el anexo 01, en esta tabla se reporta la evaluación para los cinco tratamientos y las cuatro repeticiones para cada tratamiento. En el gráfico 01, se presenta el promedio de la altura de planta por cada tratamiento; aquí observamos que los tratamientos T5 (100 ml de biol/20 lt de agua), seguido por el T4 (75 ml de biol/20 lt de agua) son los que presentan la mayor altura de planta con 55.55, 54.60 seguido en orden descendente por el T3 (50 ml de biol/20 lt de agua), luego el T2 (25 ml de biol/20 lt de agua) y en último lugar el T1 que es el testigo (0 ml de biol/20 lt de agua) con la menor altura de planta.

Gráfico N° 1. Altura de las plantas a los 90 días



En el cuadro N° 6 se presenta el análisis de varianza entre tratamientos y sus repeticiones aquí observamos que existe diferencia altamente significativa ya

que el Fc es 42.806 superior al Ft al 5 y 1% (3.056 y 4.893 respectivamente), de igual manera, esta tabla nos muestra el coeficiente de variación que es de 3.41%, lo que no indica que no hay mucha dispersión de los datos en relación a las repeticiones y los tratamientos es considerado según Calzada (1982) como coeficiente Bueno; de igual manera, la desviación estándar es de 5.29, valor relativamente bajo, lo que nos indica que no hubo mucha dispersión de datos respecto a la media global de los tratamientos.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente diferentes y que todos los tratamientos (niveles de biol) tienen efecto diferente sobre la variable altura de planta en la evaluación de la altura de planta a los 90 días de cultivo.

Cuadro N° 6. ANVA para altura de la planta a los 90 días de cultivo.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	489.45	122.36	42.806	3.056	4.893	* *
Error	15	42.88	2.86				
Total	19	532.3255					
	CV	3.41	DS	5.29			

Cuadro N° 7. Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta a los 90 días

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
T5: 100 ml de Biol /100 lt de agua	4	55.55			
T4: 75 ml de Biol 20 lt de agua	4	54.60			
T3: 50 ml de Biol / 20 lt de agua	4		49.20		
T2: 25 ml de Biol / 20 lt de agua	4			46.23	
T1: 0 ml de Biol /20 lt de agua	4				42.50
Sig.		.439	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

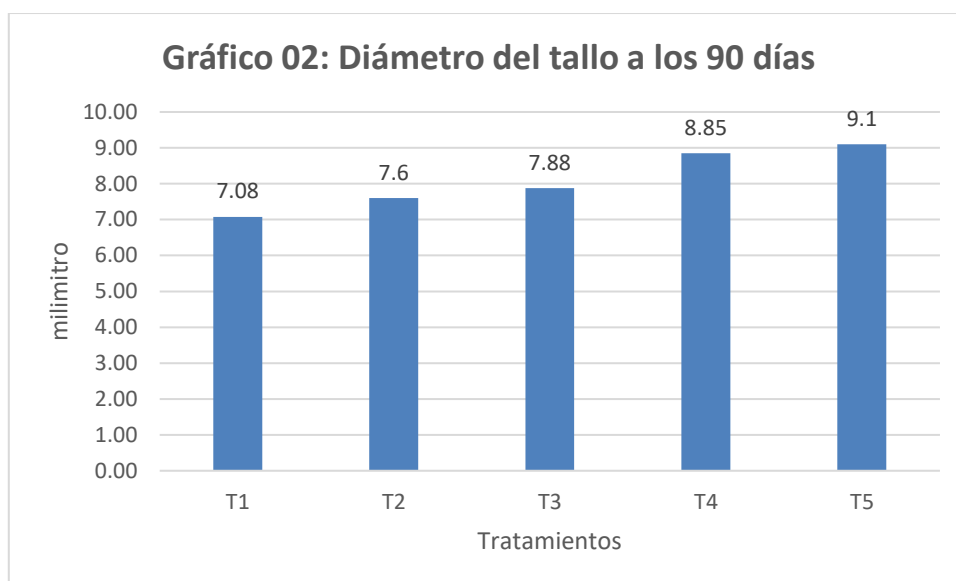
Al realizar la prueba estadística de Duncan al 5%, (Cuadro N° 7) observamos que se forman cuatro sub grupos (a, b, c y d) en el sub grupo (a) se encuentran los tratamientos T5 y T4, con la mayor altura de planta y son los tratamientos que tienen la mayor cantidad de biol, el sub grupo (b) se encuentra el T3, en el sub grupo (c) se encuentra el T4 y en el sub grupo (d) se encuentra el sub grupo T5: Testigo. Por lo que podemos deducir que a mayor cantidad de biol se incrementa la altura de las plantas.

4.2.2. Diámetro del tallo de las plantas

La evaluación del diámetro del tallo de planta se realizó igualmente, cada 15 días luego del brote de las semillas hasta los 90 días de cultivo; usando un vernier con 0.1 mm de error. Para la evaluación se consideró el diámetro del tallo principal a 15 cm. de ras de suelo.

Los datos del diámetro del tallo para los 90 días de cultivo, se presenta en el anexo 02 y se observa en el gráfico 02. Aquí podemos ver que el T5 con 100 ml de biol/20 litros de agua, es el tratamiento que presenta el mayor diámetro del tallo con 9.1 mm, seguido por el T4 con 75 ml de biol/20 litro de agua. Con 8.85 mm. Seguido luego por los otros tratamientos en forma descendente conforme baja el nivel de biol, baja el diámetro del tallo.

Gráfico N° 2. Diámetro del tallo de las plantas



Al realizar el análisis de varianza (ver Cuadro N° 8) observamos que el F_c es 22.705 valor superior al F_t para el 5 y 1%, por lo que se afirma que existe diferencia estadística altamente significativa entre los promedios de los tratamientos. De igual manera se observa que el coeficiente de variación es de 4.42% lo que no indicaría que no hay mucha dispersión de los datos entre los tratamientos y sus repeticiones, según Calzada (1982) se califica como coeficiente de variación Bueno; de igual manera, la desviación estándar es de 0.85, es un valor relativamente bajo, lo que nos indica que no hubo mucha dispersión de datos respecto a la media global de los tratamientos.

Cuadro N° 8. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _c	F _t	F _t	Sgn
					0.05%	0.01%	
Tratamientos	4	11.65	2.91	22.705	3.056	4.893	**
Error	15	1.92	0.13				
Total	19	13.58					
	CV	4.42	DS	0.85			

Al realizar la prueba estadística de Duncan al 5%, (Cuadro N° 9) se

observa que se forman tres sub grupos (a, b y c) y, en el sub grupo (a) se encuentran los tratamientos T5, y T4, y son los tratamientos con mayor cantidad de biol y reportan el mayor diámetro de tallo de la planta con 9.10 y 8.85 mm. en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T3 y T2 con 7.88 y 7.60 mm. y en el sub grupo (c) se encuentra el tratamientos T2 y T1 (Testigo) sin aplicación de biol con 7.60 y 7.08 mm respectivamente de diámetro de tallo. Deduciendo que a mayor concentración de biol se incrementa el diámetro del tallo de las plantas de frijol.

Cuadro N° 9. Prueba estadística de Duncan al 5% para el diámetro del tallo

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5: 100 ml de Biol /100 lt de agua	4	9.10		
T4: 75 ml de Biol 20 lt de agua	4	8.85		
T3: 50 ml de Biol / 20 lt de agua	4		7.88	
T2: 25 ml de Biol / 20 lt de agua	4		7.60	7.60
T1: 0 ml de Biol /20 lt de agua	4			7.08
Sig.		.339	.295	.056

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

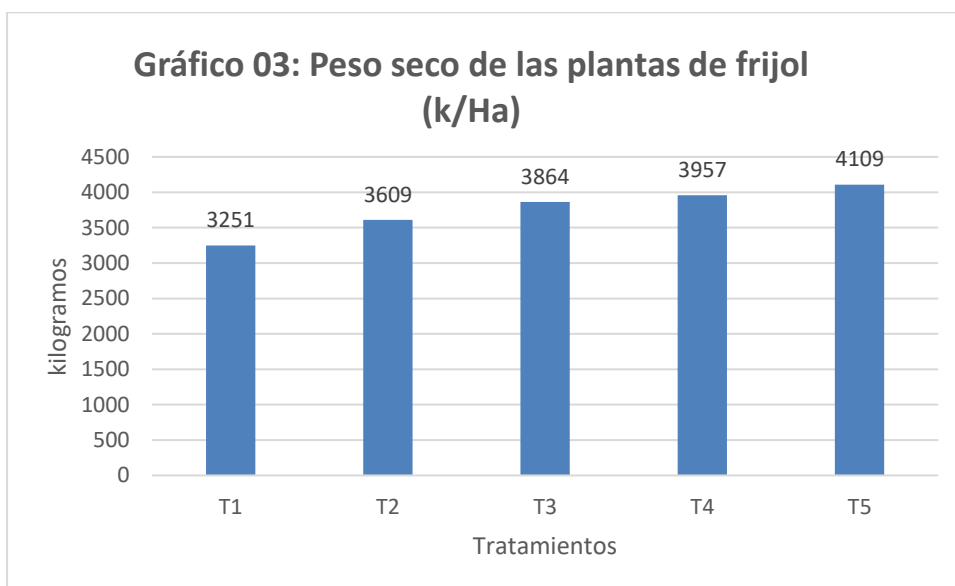
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.3. Peso seco de la planta

El peso seco de la planta se evaluó cada 15 días después de la emergencia de la planta de frijol hasta la cosecha con la ayuda de una balanza con 0.1 g de error, El corte del tallo de la planta se realizó a ras del suelo hasta la parte apical de la planta. La muestra colectada se llevó a la estufa de secado por 12 horas a 60°C. El reporte del peso seco de las plantas se expresó en kg/Ha para lo cual se

procedió a realizar el cálculo del número de plantas sembradas en una hectárea, para expresar el peso seco en kilos/Ha. Los datos para los 90 días de cultivo, se presentan en anexo 03 y se observa en el gráfico 03. Aquí podemos observar que el tratamiento T5 (con 100 ml de Biol /20 lt de agua), es el que presenta el mayor peso seco de planta con 4108.68 k/Ha, seguido por el T4 (con 75 ml de Biol /20 lt de agua) con 3957.12 k/Ha, seguido por el T3 (con 50 ml de Biol /20 lt de agua) con 3864.24 k/Ha, luego sigue el T2 (con 25 ml de Biol /20 lt de agua) con 3608.82 k/Ha; y finalmente el T1 (con 0 ml de Biol /20 lt de agua) con 3250.56 k/Ha. observando que el tratamiento que presenta el menor peso seco es el Testigo (T1). Deduciendo que a mayor concentración de biol en las plantas se incrementa su peso seco.

Gráfico N° 3. Peso seco de las Plantas de Frijol



Al realizar el análisis de varianza (ver Cuadro N° 10) observamos que el Fc es 91.551 valor superior al ft para el 5 y 1%, por lo que se afirma que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. De igual manera se observa que el coeficiente de variación es de 1.87% lo que nos indica

que no hay mucha dispersión en los datos entre los tratamientos, según Calzada (1982) se califica como coeficiente de variación Muy Bueno; Al realizar la desviación estándar se obtuvo el valor de 3.15, es un valor relativamente bajo, lo que nos indica que no hubo mucha dispersión de datos respecto a la media global de los tratamientos. Afirmando, que existe diferencia estadística entre los tratamientos y que algún tratamiento con el biol influye en el incremento del peso seco de las plantas de frijol castilla.

Cuadro N° 10. ANVA para el peso seco de las plantas a los 90 días de cultivo

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft	Ft	Sgn
					0.05%	0.01%	
Tratamientos	4	1814648.53	453662.13	91.551	3.056	4.893	* *
Error	15	74329.33	4955.29				
Total	19	1888977.86					
		CV	1.87	DS	3.15		

Al realizar la prueba estadística de Duncan al 5%, (Cuadro N° 11) se observa que se forman cuatro sub grupos (a, b, c y d) y, en el sub grupo (a) se encuentran el tratamiento T5, que es el tratamiento con mayor cantidad de biol y reportan el mayor peso seco de la planta con 4108.68 k/Ha; en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4 y T3 con 3957.12 y 3864.24 k/Ha; en el sub grupo (c) se encuentra el tratamientos T2 con 3608.82 k/Ha; y en el sub grupo (d) se encuentra el T1 (Testigo) sin aplicación de biol con 3250.56 k/Ha de peso seco de planta. Deduciendo que a mayor concentración de biol se incrementa el peso seco de las plantas de frijol.

Cuadro N° 11. Prueba estadística de Duncan al 5% para el peso seco de las plantas a los 90 días de cultivo.

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		A	b	c	d
T5: 100 ml de Biol /100 lt de agua	4	4108.68			
T4: 75 ml de Biol/ 20 lt de agua	4		3957.12		
T3: 50 ml de Biol/ 20 lt de agua	4		3864.24		
T2: 25 ml de Biol/ 20 lt de agua	4			3608.82	
T1: 0 ml de Biol /20 lt de agua	4				3250.56
Sig.		1.000	.082	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

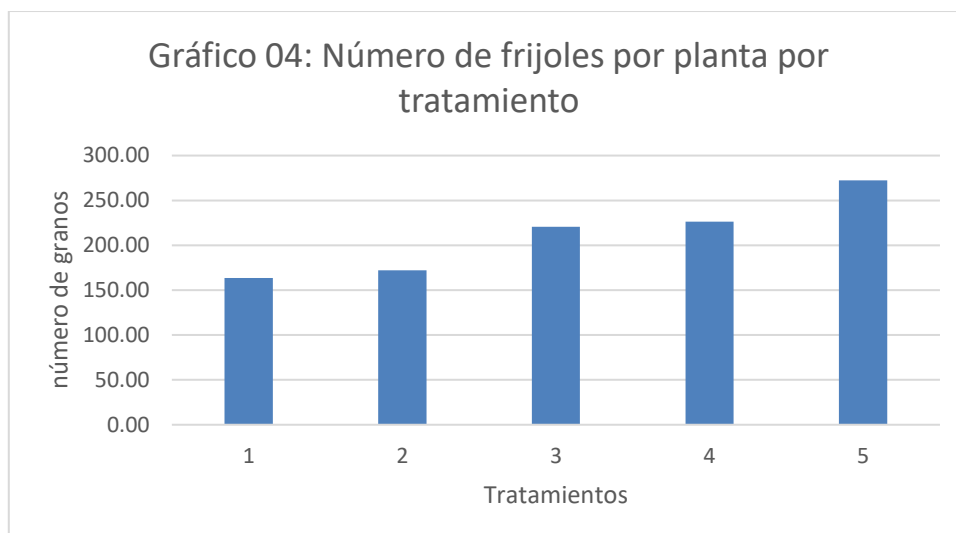
4.2.4. Producción de la planta

a) Número de frijoles por planta

La evaluación del número de frijoles por planta se realizó luego de la cosecha, mediante el conteo directo del número de vainas y luego contando el número de frijoles por planta.

Los datos se presentan en el anexo 04 y se visualiza en el gráfico 04. En este gráfico podemos observar que el T5 es el tratamiento que presenta el mayor número de granos de frijol, seguido por el T4, T3, T2 y finalmente el Testigo T1.

Gráfico N° 4. Número de frijoles por planta por tratamiento



Al realizar el ANVA (ver Cuadro N° 12) se observa que el F_c , es de 15.073, valor superior al F_t al 5 y 1%. Lo que nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; y al observar su coeficiente de variación, reporta el valor de 10.82%, lo que nos indica según Calzada (1982) como coeficiente Bueno y que hay poca dispersión entre los datos de las repeticiones de cada tratamiento; al observar el valor de la desviación estándar que es de 45.41 nos indicaría que hubo dispersión moderada de datos con la media global de los tratamientos, lo cual se constata al observar el gráfico 04 comparando los valores entre el tratamiento testigo (T1) y el T5 con mayor concentración de Biol.

Cuadro N° 12. ANVA para el número de frijoles por planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft	Ft	Sgn
					0.05%	0.01%	
Tratamientos	4	31359.50	7839.88	15.033	3.056	4.893	**
Error	15	7822.50	521.50				
Total	19	39182					
		CV	10.82	DS	45.41		

Al realizar la prueba estadística de Duncan al 5%, (Cuadro N° 13) se observa que se forman tres sub grupos (a, b y c) y, en el sub grupo (a) se encuentran el tratamiento T5, que es el tratamiento con mayor cantidad de biol y reportan el mayor número de frijoles por planta con 272.25 frijoles; en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4 y T3 con 226.50 y 220.50 frijoles; en el sub grupo (c) se encuentra los tratamientos T2 y T1 con 172.25 y 163.50 frijoles. Afirmando que a mayor concentración de biol se incrementa el número de frijoles por planta de frijol.

Cuadro N° 13. Prueba de Duncan para el número de frijoles por planta y por tratamiento

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5:100 ml de Biol /100 lt de agua	4	272.25		
T4:75 ml de Biol 20 lt de agua	4		226.50	
T3:50 ml de Biol / 20 lt de agua	4		220.50	
T2:25 ml de Biol / 20 lt de agua	4			172.25
T1:0 ml de Biol /20 lt de agua	4			163.50
Sig.		1.000	.715	.596

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

b) Número de vainas por planta y por tratamiento

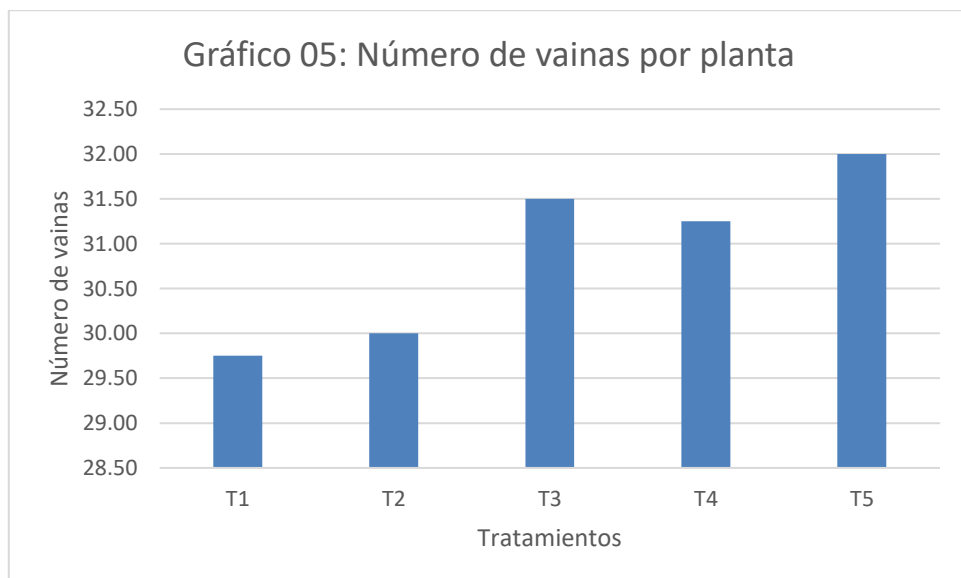
La evaluación del número vainas por planta se realizó luego de la cosecha, mediante el conteo directo del número de vainas por planta.

Los datos se presentan en el anexo 05 y se visualiza en el gráfico 05. En este

gráfico podemos observar que el T5 es el tratamiento que presenta el mayor número de vainas por planta, seguido por el T3, el T4, el T2 y finalmente el Testigo T1. Lo que nos indica que el mejor tratamiento para incrementar el número es (T5) de 100 ml de biol/20 litros de agua; seguida por (T3) la dosis de 50 ml de biol/20 litros de agua y en tercer lugar se encuentra la dosis de 75 ml de biol/20 litros de agua (T4).

Al realizar el ANVA (ver Cuadro N°14) se observa que el Fc es 3.957, valor superior al Ft al 5 pero no para el 1%. Lo que nos indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos solo para el 5%; y al observar su coeficiente de variación, reporta el valor de 3.18%, lo que nos indica según Calzada (1982) como coeficiente muy Bueno y que hay poca dispersión entre los datos de las repeticiones de cada tratamiento; y, al observar el valor de la desviación estándar que es de 1.25 nos indicaría que hubo muy poca dispersión de datos con la media global de los tratamientos.

Gráfico N° 5. Número de vainas por planta.



Cuadro N° 14. ANVA para el número de vainas por planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	15.30	3.82	3.957	3.056	4.893	*
Error	15	14.50	0.97				
Total	19	29.8					
		CV	3.18	DS	1.25		

Al realizar la prueba estadística de Duncan para el número de vainas por planta (ver Cuadro N° 15), se observa que se forman 3 sub grupos; estando en el sub grupo (a) los tratamientos T5, T4 y T3 con el mayor número de vainas por planta, luego en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4, T3 y T2 y en el sub grupo (c) se encuentran los tratamientos T3, T2 y T1 (Testigo) con el menor número de vainas por plantas. De igual manera se observa que los tratamientos T4, T3 y T2 pertenecen a los sub grupos colindantes. Lo que nos indicaría que no hay mucha diferencia en el incremento del número de vainas para esos tratamientos, mientras que para el T5 con mayor número de vainas y el T1 (Testigo) pertenecen a un solo sub grupo, lo que nos indicaría que sí hay influencia significativa del biol para el incremento del número de vainas a la dosis de 100 ml de biol/20 litros de agua, comparado con el tratamiento que muestra el menor número de vainas y pertenece a un solo sub grupo en esta prueba estadística.

Cuadro N° 15. Prueba de Duncan para el número de vainas

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5:100 ml de Biol /100 lt de agua	4	32.00		
T4:75 ml de Biol 20 lt de agua	4	31.50	31.50	
T3:50 ml de Biol / 20 lt de agua	4	31.25	31.25	31.25
T2:25 ml de Biol / 20 lt de agua	4		30.00	30.00
T1:0 ml de Biol /20 lt de agua	4			29.75
Sig.		.323	.057	.057

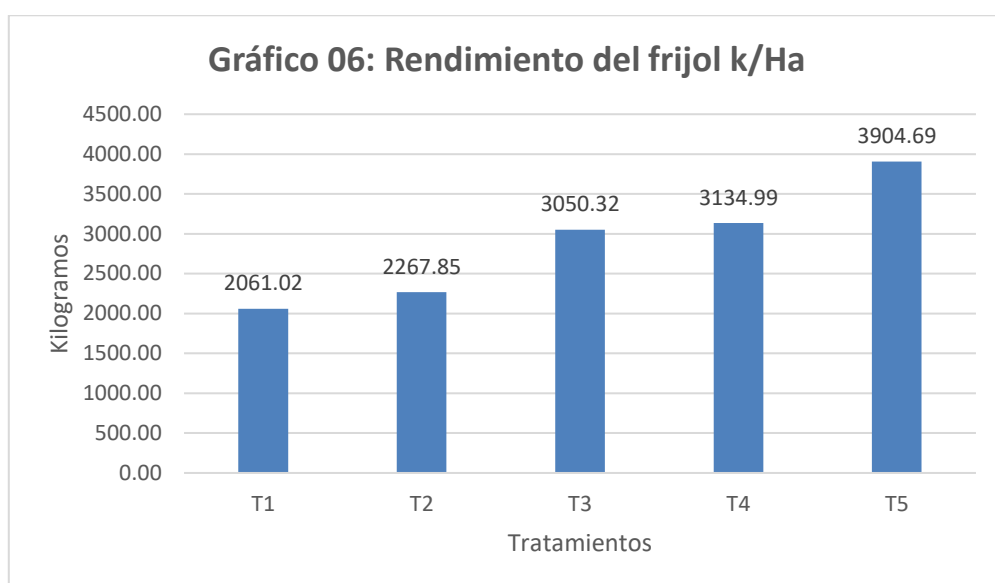
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

c) Rendimiento de frijol (k/ Ha)

La evaluación del rendimiento del frijol, se expresa en k/Ha, calculada a una densidad de siembra de 18,000 plantas por hectárea, Este cálculo se realizó luego de realizada la cosecha y haber hecho el conteo del número de vainas y la cantidad de frijoles que produce cada planta. Para estandarizar el peso de los granos de frijol, se procedió a secarlas en la estufa a 60°C por 12 horas; luego se procedió a realizar el pesado de los frijoles, tomando la cantidad de 100 frijoles y expresarla en gramos para y calcular la cantidad que produce cada planta para multiplicar por un estimado de plantas que se podría sembrar en una hectárea. Los datos se expresan en el anexo 06, y se muestran en la gráfica 06.

Gráfico N° 6. Rendimiento de frijol k/Ha



Este gráfico nos muestra que el Tratamiento T5, es el que obtuvo el mejor rendimiento del cultivo con 3904.69 k/Ha, seguido por el T4 con 3134.99 k/Ha, seguido por el T3 con 3050.32 k/Ha, luego le sigue el T2 con 2267.85 k/Ha y finalmente el Testigo T1 con 2061.02 k/Ha.. Observando de igual manera que conforme decrece la concentración de biol, decrece la producción del frijol.

Cuadro N° 16. ANVA para el rendimiento del cultivo en kilos/Ha

Fuente de variación	de GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	8757634.87	2189408.72	11.716	3.056	4.893	* *
Error	15	2803172.12	186878.14				
Total	19	11560807					
		CV	14.99%	DS	780.04		

Al realizar la prueba de ANVA (ver Cuadro N° 16) Encontramos que el Fc es 11.716, mayor al Ft al 5 y 1%; por lo que afirmamos, que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; y al observar su coeficiente de variación, vemos que reporta un valor de 14.99%, lo que nos indica según Calzada (1982) como coeficiente Bueno y que hay poca dispersión entre los datos de las repeticiones de cada tratamiento; pero al observar el valor de la desviación estándar que es de 780.04 nos indicaría que hubo mucha dispersión de datos con la media global de los tratamientos, lo cual se constata al observar el gráfico 04 en el que se observa alta diferencia en la producción de frijol entre el Tratamiento testigo y el T5 con mayor concentración de biol.

Cuadro N° 17. Prueba estadística de Duncan al 5% para el rendimiento del cultivo en k/Ha.

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5:100 ml de Biol /100 lt de agua	4	3904.69		
T4:75 ml de Biol 20 lt de agua	4		3134.99	
T3:50 ml de Biol / 20 lt de agua	4		3050.32	
T2:25 ml de Biol / 20 lt de agua	4			2267.85
T1:0 ml de Biol /20 lt de agua	4			2061.02
Sig.		1.000	.786	.509

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Al realizar la prueba estadística de Duncan al 5%, (Cuadro N° 17) se observa que se forman tres sub grupos (a, b y c) y, en el sub grupo (a) se encuentran el tratamiento T5, que es el tratamiento con mayor cantidad de biol y reportan el mayor rendimiento por planta con 3904.69 k/Ha; en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4 y T3 con 3134.99 y 3050.32 k/Ha; en el sub grupo (c) se encuentra los tratamientos T2 con 2267.85 k/Ha y T1 con 2061.02 k/Ha. Deduciendo que a mayor concentración de biol se incrementa el rendimiento de las plantas de frijol.

4.3. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis del presente trabajo de investigación, se realizó a partir de la hipótesis alterna planteada.

Es así que tenemos:

HIPOTESIS GENERAL:

Ha: Los niveles de Biol con MM. influyen en la producción frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. Walp.)

Ho: Los niveles de Biol con MM. no influyen en la producción frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp.)

HIPOTESIS ESPECÍFICA:

- Los niveles de Biol con MM. influyen en el crecimiento aéreo de la planta del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)
- Los niveles de Biol con MM, influyen en el incremento de la biomasa del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)
- Los niveles de Biol con MM, influyen en el incremento de la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp)

4.3.1. Regla de decisión

Si $F_c > F_t$, se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a

Si $F_c \leq F_t$, se acepta la H_0 , y se rechaza la H_a

4.3.2. Prueba de hipótesis para el crecimiento aéreo de la planta (Altura y diámetro de tallo de la planta)

Cuadro N° 18. Prueba de hipótesis para el crecimiento aéreo de la planta.

Evaluación	C V	F cal	F 0.5	F 0.1	Decisión
Altura de la planta	3.41	42.806	3.056	4.893	Se acepta la H_a al 5% y 1%
Diámetro de tallo	4.42	22.705	3.056	4.893	Se acepta la H_a al 5% y 1%

4.3.3. Prueba de hipótesis para la biomasa de la planta (seco de la planta de frijol)

Cuadro N° 19. Prueba de hipótesis para la biomasa de la planta.

Evaluación	C V	F cal	F 0.5	f 0.1	Decisión
peso seco de las plantas	5.46	91.551	3.056	4.893	Se acepta la H_a al 5% y 1%

4.3.4. Prueba de hipótesis para la producción de la planta

Cuadro N° 20. Prueba de hipótesis para la producción de la planta.

Evaluación	C V	F cal	F 0.5	F 0.1	Decisión
Número de frijoles/planta	10.82	15.033	3.056	4.893	Se acepta la H_a al 5% y 1%
Número de vainas/planta	3.18	3.957	3.056	4.893	Se acepta la H_a al 5%

Rendimiento de la planta (k/Ha)	14.99	11.716	3.056	4.893	Se acepta la Ha al 5% y 1%
---------------------------------	-------	--------	-------	-------	----------------------------

4.4. Discusión de resultados

Al comparar nuestros resultados con trabajos realizados en el cultivo de frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp), no se encontró mucha información de trabajos similares realizados en la zona de Selva Central de nuestro país. Por lo que se procedió a realizar la comparación con otras investigaciones reportadas sobre este cultivo en nuestro país y en el extranjero usando otros sustratos como estimuladores del crecimiento y de la producción de este cultivo.

Al analizar nuestros datos para la altura de planta observamos que el tratamiento de 100 ml de biol /20 litro de agua (T5), es quien logra la mayor altura de planta, con 55.55 cm y la menor altura de planta se reporta para el tratamiento Testigo (T1) con 42.50 cm; luego al someter nuestros datos al análisis de varianza entre los tratamientos, observamos que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos; lo que nos permite afirmar que se acepta la hipótesis alterna que Los niveles de Biol con MM. influyen en el crecimiento aéreo de la planta del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp); al contrastar nuestros resultados con la prueba estadística de Duncan al 5%, observamos que se forman 4 sub grupos ocupando el primer sub grupo los tratamientos T5 y T4 con 100 y 75 ml de biol/ 20 litros de agua. Lo que nos indicaría que estas dosis tienen el mejor efecto para incrementar la altura de la planta y se ratifica lo expresado por Martin (2003), quien menciona que “...la función del biol en el interior de las plantas es, activar el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa, a través de los ácidos orgánicos las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, co-enzimas

carbohidratos, azúcares complejas de relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establece entre las plantas y la vida del suelo.”

Algo similar sustenta Colque, T.et al. (2005), quienes argumentan que el biol, nutre a la planta vía hojas, contand y que cuenta con el mayor número de macro y micro nutrientes que la planta requiere para poder producir, acelera el crecimiento de las plantas y mejora e incrementa el rendimiento de las plantas.

Al comparar nuestros resultados con la investigación de Llomitoa (2020), en su investigación sobre la producción de frijol canario (*Phaseolus vulgaris*. L) con tres diferentes dosis de fertilizantes orgánicos en Pilancón, reporta la mayor altura de planta para el cultivo con el abono orgánico de pollinaza, logrando 26.70 cm de altura, valor inferior a nuestros resultados a los 90 días de cultivo, que se logró 55.55 cm de altura de planta. Similarmente al comparar nuestros datos con lo reportado por Díaz (2017), al investigar el comportamiento agronómico de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con abono orgánico reporta 47,83 cm de altura de planta usando el fertilizante sintético N-P-K en la formulación de: 10-30-10. Nuestros resultados fueron superiores a esa investigación, lo que nos permite afirmar que el Biol con microorganismos de montaña obtuvo mejores resultados a la formulación de 10-30-10 de N-P-K y al abono orgánico de pollinaza.

Pero al comparar nuestros resultados con lo reportado con Butron (2015), en su investigación para evaluar la influencia de diferentes niveles de bocashi y té de compost (Biol) en el rendimiento de frijol Canario, obtuvo una altura de plantas de 58,2 cm, valor ligeramente superior a nuestros resultados. De igual manera Huacarpuma (2017). reporta para los 75 días de cultivo de frijol canario, 59,1 cm de altura de planta aplicando biol cada 7 días y la adición de

microorganismos eficaces cada 14 días. Lo que ratificaría la influencia del biol en el incremento de la altura de la planta de frijol castilla.

Analizando nuestros datos sobre el diámetro del tallo de la planta, se observa que el tratamiento T5 con 100 ml de biol/20 litros de agua, es quien reporta el mayor diámetro del tallo con 9.10 mm, en comparación a los otros tratamientos, quienes presentan menor diámetro de tallo, conforme decrece la dosis de biol; y, al someter nuestros resultados a al análisis de varianza entre tratamientos, observamos que existe una diferencia altamente significativa lo que nos permite afirmar que se acepta la hipótesis alterna que Los niveles de Biol con MM. influyen en el crecimiento aéreo de la planta del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp.); al comparar nuestros resultados con la prueba estadística de Duncan al 5%, vemos que el tratamiento T5 y T4 (con 100 y 75 ml de Biol/ 20 litros de agua) son los que reportan el mayor diámetro de tallo. En comparación a los otros tratamientos. lo que nos indicaría que éstas serían las dosis óptimas para obtener mayor diámetro de tallo en la planta de frijol castilla Castilla (*Vigna unguiculata* Walp.) Al comparar nuestros resultados con la investigación de Ayón et al (2017), para evaluar la acción de los ácidos húmicos en el cultivo del frijol Castilla con la intención de identificar la mejor dosis del ácido húmico en el cultivo del frijol castilla, así como determinar la mejor época de aplicación foliar con ácidos húmicos, reporta el mayor diámetro de tallo de 8.8 mm. con la aplicación de ácido húmico a los 30 días.

En relación a los resultados de Cabrera (2004) en su investigación para evaluar el efecto de seis densidades de siembra en el rendimiento del frijol ((*Phaseolus vulgaris* L.) variedad “Chaucha” en un suelo ácido de Tingo María, reporta el mayor diámetro de tallo al momento de la floración con 5.29 mm y una

mejor densidad de siembra de 0.60 x 0.30 m , pero no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, por lo que se presume que no hay influencia de las densidades de siembra para lograr mayor incremento del diámetro del tallo ya que el mayor valor corresponde al tratamiento Testigo y al comparar sus datos con nuestros resultados, observamos que obtuvimos mejores valores, lo cual puede estar influenciado por la acción del Biol con los microorganismos de montaña ya que según Huacarpuma (2017), sostiene que el biol es un abono foliar orgánico líquido, preparado a base de estiércol fresco y otros ingredientes orgánicos, los cuales son fermentados en recipientes herméticamente cerrados, y en su composición se encuentran los ácidos húmicos que influyen en el crecimiento de la planta de igual manera influye la interacción de los microorganismos de montaña aplicados en esta investigación, dado que existe presencia de abundante materia orgánica en el suelo, que permite la acción de las bacterias y actinomicetos presentes en los microorganismos de montaña quienes ayudan a descomponer la materia orgánica y facilitan la presencia de ácido húmico y ácido fúlvico que ayuda en el crecimiento de las plantas, lo también es sustentado por Liberato, (2020) quien sostiene que el biol contiene lixiviados generados en el proceso de compostaje y poseen un alto contenido de amonio (NH_4^+) los que generan grandes cantidades de ácido húmico y fúlvico.

Al evaluar nuestros resultados de la materia seca de la planta, encontramos que el mayor valor se logra con el T5 con 100 ml de Biol/ 20 litros de agua, logrando 4108.12 kg/Ha de materia seca de la planta en comparación al Testigo que logró 3250.56 kg/Ha, teniendo valores decrecientes de peso seco de la planta conforme decrece la dosis de Biol. Esta diferencia de pesos se ratifica al someter los promedios de los tratamientos al análisis de varianza, que nos reporta 91.551,

valor superior al Ft al 5 y 1%, lo que nos indica que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos; lo que nos permite afirmar que se acepta la hipótesis alterna, que los niveles de Biol con MM, influyen en el incremento de la biomasa del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp al contrastar nuestros resultados con la prueba estadística de Duncan al 5%, observamos que se forman 4 sub grupos ordenados en forma decreciente al peso seco de la planta expresado en kg/Ha, ocupando el primer sub grupo (a) el tratamiento T5 con 4108.68 kg/Ha y en el último sub grupo (d) el tratamiento Testigo con 3250.56 kg/Ha, lo que nos permite afirmar que el Biol con microorganismos de montaña influyen en el incremento del peso seco de la planta de frijol castilla, considerando que la dosis óptima de Biol es de 100 ml/ 20 litros de agua; que según manifiesta que Gonzales (2018) El frijol castilla, tiene alta producción de materia seca de la planta (biomasa) luego de los cuatro meses después de la siembra; aunque este rendimiento depende del tipo de suelo, de la competencia con la mala hierba del cultivar, pudiendo producir de 3 a 8 kg/Ha de materia seca de planta.

Y, al comparar nuestros resultados con lo reportado por Vilchez (2015), quien evaluó el efecto de la fertilización fosfo-potásica con la inoculación de *Rhizobium* sp. en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Molinero PLV 1-3, obtuvo el mayor peso seco de la planta con 17.23 gramos, con una densidad de siembra de 18000 plantas/Ha equivale a 3101.4 kg/Ha de materia seca de planta, valor inferior a nuestros resultados ya que nosotros obtuvimos como mayor valor 4108.68 kg/Ha de materia seca con la misma densidad de siembra. Lo que podría deberse a la influencia del Biol con microorganismos de montaña que apoyaron en incrementar la biomasa o materia seca de la planta.

Al evaluar la producción de frijol/Ha, reportamos que el mayor rendimiento se encontró con el tratamiento T5 (con 100 ml de Biol/20 litros de agua), con 3904.69 kg/Ha, y el menor valor se reporta para el tratamiento Testigo con 2061.02 kg/Ha.

Al realizar el análisis de varianza entre los tratamientos, se observa que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos; lo que nos permite afirmar que se acepta la hipótesis alterna que los niveles de Biol con MM, influyen en el incremento de la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp.) y se corrobora al realizar la prueba estadística de Duncan al 5% observamos que se forman 3 sub grupos en base a la mayor producción en kg/Ha de frijol para los tratamientos, estando solo en el sub grupo (a) el T5 (con 100 ml de Biol/20litros de agua), con 3904.69 kg/Ha y en el último sub grupo se encuentra el tratamiento Testigo con 2061.02 kg/Ha. Estando los otros tratamientos ubicados en forma decreciente en relación al rendimiento de este cultivo. Pudiendo afirmar que la dosis de 100 ml de biol es la cantidad óptima para obtener mayor producción de frijol por hectárea.

Al comparar nuestros resultados con lo reportado Torres (2019), en su investigación sobre el rendimiento del cultivo de castilla (*Vigna Unguiculata*), utilizando dos productos comerciales con macro y micronutrientes y la adición de ácidos húmicos y fúlvicos la mejor respuesta agronómica referida al rendimiento fue de 3628,50 kg/Ha, valor relativamente bajo a lo reportado en nuestra investigación.

De la misma manera Fernández (2018) en su investigación para determinar el efecto de la aplicación del despunte manual en las distintas fases reproductivas de las variedades del frijol Caupí (*Vigna unguiculata* Walp) en

estudio, bajo condiciones del Valle del Medio Piura reporta el mayor rendimiento de frijol de 2601.56 kg/ha. logrado por la fase reproductiva de inicio de floración en la que se efectuó el despunte manual, mientras que el menor rendimiento de grano lo reporta el nivel sin despunte manual con 1890.63 kg/ha. Valores relativamente inferiores a lo hallado en nuestra investigación, lo que indicaría la influencia efectiva del Biol con microorganismos de montaña para incrementar el rendimiento de la producción frijol por hectárea. Valores parecidos a nuestra investigación es el reportado por Chambi (2007) quien investigó el efecto del uso de seis tipos de estiércol en el rendimiento de grano de frijol en un terreno con insuficiente nivel de materia orgánica y nitrógeno total en la Irrigación Majes - Arequipa, evaluó seis tipos de estiércol (vacuno, cuy, lombriz, cerdo, equino y pollo) aplicado a 10 Tm/Ha, a cada uno, racionando la aplicación 50% a 10 días de la siembra y otro 50% a 35 días de la siembra. Sus resultados reportan que el mayor rendimiento de granos secos de frijol, se logró con el abonamiento de estiércol de lombriz llegándose a producir 4 Tm/Ha.

Al evaluar el número de vainas por planta, se obtuvo como máximo valor para l T5 con 32 vainas, obteniendo valores similares a lo reportado por Fernández (2018), que logró el mayor número de vainas por planta con un promedio igual 35.1; este valor puede haber sido influenciado por la acción del despunte, ya que Adam (1973), en una conferencia sobre arquitectura vegetal y eficiencia fisiológica de la planta de frijol en relación al patrón de crecimiento determinado, sostiene que debe tomarse en cuenta que la formación sucesiva de los meristemas vegetativos terminales que conducen a una forma indeterminada de planta, produce vertederos que desvían continuamente el producto fotosintetizado de los

tejidos reproductivos a los vegetativos y al realizarse el despunte se estimula la formación de tejido reproductivo.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en la presente tesis, cuyo objetivo fue Determinar la influencia de los niveles de Biol con microorganismos de montaña. en la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* Walp), y en base al análisis de varianza y a la prueba estadística de Duncan al 5%, se concluye:

- Que los niveles de Biol enriquecidos con microorganismos de montaña, influyen en el crecimiento aéreo del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. Walp) para la región de Chanchamayo – Junín, siendo la mejor dosis la cantidad de 100 ml de Biol/ 20 litros de agua
- El mejor peso seco de la planta para evaluar la biomasa de la planta fue de 100 ml de Biol/ 20 litros de agua, por lo que se determina que el Biol con MM influye en el incremento de la biomasa de las plantas de frijol castilla Castilla (*Vigna unguiculata*. Walp)
- Con la dosis de 100 ml de Biol /20 lt de agua(T5) se obtuvo el mayor número de vainas por plantas, y el número de frijoles por planta, por lo tanto el mayor rendimiento determinando que el Biol con microorganismos de montaña influyen en el incremento de la producción del frijol castilla (*Vigna unguiculata*. Walp) en la región de Chanchamayo – Junín.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más investigaciones con biol en otras plantas, para determinar su influencia en su producción para evaluar la vigorosidad de la planta y su rendimiento productivo, para la provincia de Chanchamayo.
- Se recomienda desarrollar investigaciones con otro tipo de fertilizantes orgánicos para mejorar el rendimiento del cultivo del frijol castilla.
- Difundir el protocolo para elaborar los bioles como técnica de abonamiento foliar en los agricultores de la zona de la Selva Central y difundir las bondades de este sistema de abonamiento.
- Promocionar el uso de los bioles en los agricultores como una forma de abonamiento foliar orgánico para orientarse a una producción ecológica y amigable con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, M. (1973). Arquitectura vegetal y Eficiencia fisiológica de la planta de frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali-Colombia.
- Altier N, Beyhaut E, Perez C. (2013). Beneficial effects of plant growth-promoting Rhizobacteria on improved crop production: prospects for developing economies. Bact Agrobiol Crop Product.
- American Society of Agronomy. A S A. (1989). Decisions reached on sustainable Agricultura. Agronomy News. EE:UU.
- Armenta-Bojórquez, García-Gutiérrez, Camacho-Báez, Apodaca-Sánchez, Montoya, G., & Nava-Pérez. (2010). Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México. *Ra Ximhai*.
- Astier Calderón M. (1994). Hacia una agricultura ecológica en México: El problema de la transición para el productor campesino. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Documento de Trabajo Num. 11. Pátzcuaro, Michoacán, UAM. México.
- Ayon, F; Veliz Diana, Gabriel Julio. (2017) El caupí (*Vigna unguiculata* Walp) y su respuesta a la aplicación de ácidos húmicos (AH's) en el Cantón Jipijapa en Ecuador
- Barea, J. M., C. Azcon-Aguilar y B. Roldan-Fajardo. (1984). Avances recientes en el estudio de la micorriza V-A. 1. Formación, funcionamiento y efectos recientes en nutrición vegetal. Anales de edafología y Agrobiología.
- Butrón, D. (2015). Aplicaciones de bocashi y té de compost en el rendimiento de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. canario en condiciones del valle de Sigwas – Arequipa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de

- Agronomía – UNSA. Arequipa-Perú.
- Cabrera, J. J. (2004). Efecto de seis densidades de siembra en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad “chaucha” en un suelo ácido de Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tesis de grado.
- Calzada, B. J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. 3era Edición. Editorial Jurídica. Lima - Perú
- Campos Martinez A del pilar, Acosta Sanchez RL, Morales Velasco S, Prado FA. (2014). Evaluacion de Microorganismos de Montana (MM) en la produccion de acelga en la Meseta de Popayan. Biotecnol Sect Agropecu Agroind.
- Cardona, F. C.A.; Morales, F.J.; Pastor Corrales, N.A. (2002). Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. Lima – Perú. INIA.
- Colque, T; Rodriguez, D; Mujuca, A; Canahua, A; Apaza, V; y Jacopsen, S. (2005). Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Estación Experimental ILLPA – Puno, PE. (en línea) Consultado el 14 de feb 2012. Disponible en: www.quinoa.life.ku.dk.
- Chambi, F. (2007). Efecto de seis fuentes de estiércol en el rendimiento de grano de frijol Canario (*Phaseolus vulgaris* L.) y su impacto en el contenido de materia orgánica y nitrógeno del suelo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Agronomía –Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa-Perú.
- Deng GF, Lin X, Xu XR, Gao LL, Xie JF, Li HB (2013) Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 vegetables. Journal of Functional Foods.
- Díaz Carrera, J. (2004). Principales enfermedades del frijol en el Perú. Curso Internacional de Frijol. Editado por Porfirio Masaya.
- Franco Correa M. 2010. Utilizacion de los actinomicetos en procesos de biofertilizacion Use of actinomycetes in processes biofertilization. Rev Peru Biol

- Fernandez P. Fernando (2018). Aplicación del despunte manual en distintas fases reproductivas del frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp), valle del Medio Piura. Tesis para optar el título de ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Piura.
- Fery R. L (2002) New opportunities in *Vigna*. In: Janick J, Whipkey A (eds) Trends in new crops and new uses. ASHS. Alexandria. VA. EE. UU.
- Flores, L. (2016). Caracterización físico-química del biofertilizante Microorganismos de Montaña (MM) para la Finca Agroecológica Santa Inés. Zamorano, Honduras
- Gallopín, Gilberto C. (1990) Prioridades ecológicas para el desarrollo sostenible en América Latina, Latinoamérica, Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios e investigaciones Sobre el medio ambiente (IEIMA).
- Ganoza Ubillús, Rubén. (2014). Jefe de Proyecto Norte Emprendedor. Manual de cultivo de frijol caupi. Piura – Perú.
- Garden City Composting. (2002). A Guide to Effective Micro-organisms (EM).
- González Ch., C., R. Ferrera-Cerrato, R. García y A. Martínez (1990). La fijación biológica de nitrógeno en un agroecosistema de bajo ingreso externo de energía en Tamulté de las Sabanas, Tabasco. Agrociencia Serie Agua-Suelo-Clima.
- Goncalves A, Goufo P, Barros A, Dominguez-Perles R, Trindade H, Rosa EA, et al. (2016) Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), a renewed multipurpose crop for a more sustainable agri-food system: nutritional advantages and constraints. Journal Science Food Agricultural
- Guanopatin. R. (2012). Aplicación de Biol en el Cultivo Establecido de alfalfa(*Medicago sativa*). Latacunga. Tesis de grado Universidad Técnica de AmbatoFacultadde Ingeniería Agronómica.
- Hernandez Araujo, Jackeline. (2011). Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos. Tesis doctoral Universidad Politecnica Madrid – España

- Higa, T., & James, P. (1994). Beneficial and Effective Microorganisms for a sustainable agriculture and environment. Atami, Japón: International Nature Farming Research Center.
- Higa, T., T., & Wididana, G. N. (2004). *The concept and theories of effective microorganisms*. Centro Internacional de Investigación de la Agricultura de la Naturaleza. Japón: Okinawa University of Rykyus.
- Holdridge, L. R. y Tossi, J. (1982). “Ecología basada en Zonas de vida”, 2da Edición, Edit.
- Huacarpuma, C. Yony. (2017). Momentos de aplicación de biol y microorganismos eficientes en el rendimiento del frijol Canario (*Phaseolus vulgaris* L.) mediante riego por goteo en zonas áridas. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad de San Agustín, Arequipa – Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI) (2020). Estado de la población peruana. 2020. Lima – Perú.
- INIA. (2008). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica
- Jiménez, S. Aguilar, R. Flores Bello y E. Zoriano R. (1998). Crecimiento y producción de Frijol en condición de Trópico seco Después de colonización Micorrízica – Arbuscular 2º Symposium Nacional de la Simbiosis Micorrízica. Universidad de Colima.
- Jonsson A, Haller H. (2014). Sustainability Aspects of In-Situ Bioremediation of Polluted Soil in Developing Countries and Remote Regions. Inst Investig Biotecnologicas
- Kalema J, Chacon M. Organic Fertilizers and Bio-ferments. (2010). Uganda, Africa Occidental.
- Lian Vivar, Jhonny; y Plasencia N, Stalin R. (2017). Efecto de niveles de los

- microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo. Tesis para optar título de ing. Agrónomo en UNDAC.
- Liberato, N. (2020). Microorganismos eficientes y su efecto en el tratamiento de lixiviados generados en el proceso de compostaje en el centro ecoturístico de protección ambiental “Santa Cruz” - CEPASC, Concepción, 2019. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Continental, Huancayo-Perú.
- Llomitosa, A; Chanaguano, B; Luna, R; Cunuhay, F. (2020). Producción de frijol Canario de mata (*PHASEOLUS VULGARIS*) con tres diferentes dosis de fertilizantes orgánicos en el Recinto Pilancón. Nexo Agropecuario. Volumen 8. Número 2. Universidad Nacional de Córdoba – Argentina.
- Muhammad Aamir I; Iqbal, Asif; Ahmad, Zahoor, Raza, Ali. (2021). Rendimiento de la planta de frijol caupí [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] y calidad nutricional en los sistemas de cultivo intercalado de frijol caupí y sorgo. Rev Mex Cienc Pecu 2021;12(2):402-418
- Melendez, J (1997). Evaluación de rendimiento y estabilidad de siete líneas y dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en seis localidades del valle de cañete. Tesis Ing Agr, Universidad San Crsitobal de Huamanga – Ayacucho.
- Orbe Panchana, José Adrián (2017). Evaluación de la eficiencia de Microorganismos de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano. Tesis para optar título de Ing. Del ambiente. Honduras.
- Perepelitsa, V. M. (1974). Role of organic and mineral fertilizers in humus accumulation. Pochvovedeniye. Belorussian Institute of Agriculture. *Plant and Soil* 132(4):127-137. 35 Ref., II. (US Dept. of Agriculture, Western Regional Research Center, Albany, CA

Smýkal P, Coyne CJ, Ambrose MJ, Maxted N, Schaefer H, Blair MW (2015). Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences* 34.

Torres Ch, Jheyson . (2019). Efecto de nutrición en el sistema DRENCH para el rendimiento del Caupi ((*Vigna unguiculata* L.), en Morales – Tarapoto. Tesis para optar l título de ingeniero agrónomo en la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto – Perú.

Umaña Carmona, Steven (2017). efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas. Tesis para optar título de ing. Agrícola. Universidad de Costa rica.

Veliz D. (2013). Respuesta del cultivo de caupí (*Vigna unguiculata*) a la aplicación foliar de dosis y épocas de ácido húmico sobre la producción. [Tesis para optar título de ingeniero agrónomo. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.

Vilchez M. (2015). Rendimiento del frijol Canario (*Phaseolus vulgaris* L) var. Molinero PLV 1-3 con fertilización fosfo-potásica y cepas de *Rhizobium* sp. En La Molina. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo en la Universidad Nacional La Molina, Lima -Perú

Fuentes electrónicas:

Colque, T; Rodriguez, D; Mujuca, A; Canahua, A; Apaza, V; y Jacopsen, S. (2005). Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Estación Experimental ILLPA – Puno, PE. (en línea) Consultado el 20 de feb 2023. Disponible en: www.quinoa.life.ku.dk.

Martin, F. (2003). La Fertilización en la Agricultura Ecológica. (en línea). Consultado el 16 de enero 2023, disponible en www.agroinformacion.com.

MINAGRI (2021).El frijol castilla. Extraído el 12 de diciembre el 2021, de: de:

https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/FRIJOL_CASTILLA.pdf

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Durante la conducción del experimento se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- Flexómetro
- Balanza eléctrica
- Regla.
- Observación personal
- Laptop

Anexo 01. Altura de la planta por tratamiento y repetición a los 90 días

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	43.3	44.5	48.50	51.50	56.70
R2	42.4	44.5	48.50	53.60	53.20
R3	42.1	47.4	49.50	56.60	55.60
R4	42.2	48.5	50.30	56.70	56.70
Prom	42.50	46.23	49.20	54.60	55.55

Anexo 02: Diámetro del tallo de la planta a los 90 días

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7.9	7.3	7.8	8.5	9.1
R2	7.1	7.6	8.1	8.8	9.2
R3	6.2	7.7	7.8	9	8.9
R4	7.1	7.8	7.8	9.1	9.2
PROM	7.08	7.60	7.88	8.85	9.10

Anexo 03: Peso seco (Biomasa k/Ha) de la planta a los 90 días

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	3300.00	3462.48	3834.00	3920.40	4110.48
R2	3136.32	3589.92	3855.60	3898.80	4088.88
R3	3300.00	3680.64	3877.20	3942.00	4140.00
R4	3265.92	3702.24	3890.16	4067.28	4095.36
PROM	3250.56	3608.82	3864.24	3957.12	4108.68

Anexo 04: Número de frijoles por planta y por tratamiento

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	168	180	186	248	240
R2	186	174	224	224	288
R3	150	155	224	186	297
R4	150	180	248	248	264
Prom.	163.50	172.25	220.50	226.50	272.25

Anexo 05: Número de vainas por planta y por tratamiento

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	28	30	31	31	30
R2	31	29	32	32	32
R3	30	31	32	31	33
R4	30	30	31	31	33
Prom	29.75	30.00	31.50	31.25	32.00

Anexo 06: Producción de frijol (k/Ha)

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	2044.22	2361.96	2624.83	3254.26	2766.60
R2	2263.25	2283.23	3161.09	3161.09	4359.74
R3	1968.30	1886.04	3161.09	2624.83	4495.99
R4	1968.30	2540.16	3254.26	3499.78	3996.43
Prom	2061.02	2267.85	3050.32	3134.99	3904.69

Panel Fotográfico

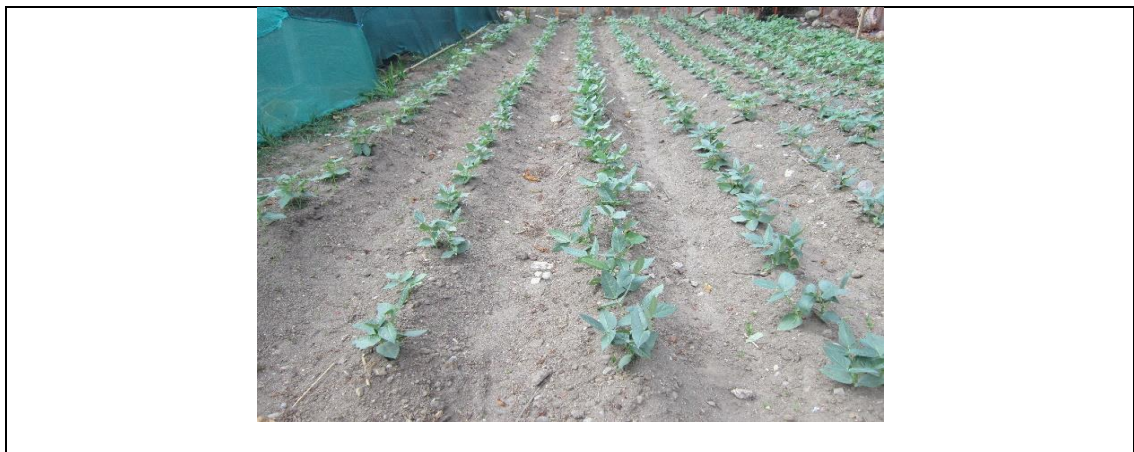
Anexo 07: Desinfección de las semillas



Anexo 08: Germinación de las semillas



Anexo 09: Deshierbe y surcado del cultivo



Anexo 10: Presentación del cultivo de frijol castilla a los 60 días



Anexo 11: Medición de la altura de la planta



Anexo 12: Medición del diámetro del tallo



Anexo 13: Medición del peso seco de la planta

