UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

“Evaluación del rendimiento de Vainita (*Phaseolus vulgaris*) Var. Verde en dos tipos de suelos, con la aplicación de biol en drench”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Autora: Jessica Paola Cunalata Montaguano

Tutora: Ing. Olguer Alfredo León Gordón

Cevallos – Ecuador

Enero, 2026

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

La suscrita, **Jessica Paola Cunalata Montaguano**, portadora de cédula de ciudadanía número: 1850453711, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **"Evaluación del rendimiento de Vainita (*Phaseolus vulgaris*) Var. Verde en dos tipos de suelos, con la aplicación de biol en drench"** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, enero 2026

Jessica Paola Cunalata Montaguano

C.C: 1850453711

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **"Evaluación del rendimiento de Vainita (*Phaseolus vulgaris*) Var. Verde en dos tipos de suelos, con la aplicación de biol en drench"** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

Cevallos, enero 2026

Jessica Paola Cunalata Montaguano

C.C: 1850453711

AUTORA

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, **"Evaluación del rendimiento de Vainita (*Phaseolus vulgaris*) Var. Verde en dos tipos de suelos, con la aplicación de biol en drench"** de **Cunalata Montaguano Jessica Paola**, estudiante de la carrera de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado.

Cevallos, enero 2026

REVISADO POR

.....

Ing. Mg. León Gordón Olguer Alfredo

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACION

Para constancia firman:

.....

Ing. Pomboza Tamaquiza Pedro Pablo PhD.

PRESIDENTE

.....

Ing. Mg. Villacís Aldaz Luis Alfredo

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

.....

Ing. Mg. Valle Velastegui Edgar Luciano

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación es dedicado primeramente a Dios y la Virgen del Cisne que me brindaron la sabiduría necesaria durante todo el transcurso de mi vida estudiantil. A mis padres Segundo Cunalata y Verónica Montaguano quienes han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida, por su amor incondicional, por su apoyo, consejos, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo. Gracias por cada palabra de aliento, por cada sacrificio que hicieron y por creer firmemente en mis capacidades incluso en los momentos que yo dudaba de mí misma. Este logro es dedicado a ustedes. Los amo mucho.

A mis hermanos Andrea, Franco y Marlon quienes han sido mi principal motor, motivo y también mi apoyo incondicional para no darme por vencida, para que vean que todo lo que uno se desea lo podemos lograr. Los amo mucho.

A mi Tía Rosario Montaguano a quién considero como mi hermana mayor que gracias a sus consejos, su apoyo constante, por sus palabras de ánimo mediante los momentos que más necesitaba ella estaba ahí apoyándome. Gracias por confiar incluso cuando el proceso en un momento de mi vida estudiantil se volvió complejo y parecía que no lo iba a lograr. Gracias. Le quiero mucho

A mis abuelitos maternos Lasteña Masaquiza y Miguel Montaguano quienes han sido una fuente infinita de amor, sabiduría y apoyo, gracias por todos los consejos que me han dado, por enseñarme el significado del sacrifico, por su cariño incondicional y por sus grandes motivaciones para continuar y lograr con mi propósito. Gracias.

A mis abuelitos paternos Raúl Cunalata y Olga Amán gracias por las palabras llenos de cariño que supieron brindarme en los momentos de mi vida. Gracias por sus historias, valores que me acompañaron durante todo el proceso de preparación estudiantil.

A mis amigos Jonathan, Wendy, Juan, Elizabeth por a ver formado parte de mi vida universitaria, ser el apoyo en los momento malos y buenos y la risa en los momentos de alegría, que Dios les Bendiga y nunca cambien. Los quiero mucho.

A todas aquellas personas quienes han estado de una u otra manera alentándome para salir adelante durante todo este proceso. Muchas gracias por existir son muy importantes para mí.

Jessica Paola Cunalata Montaguano

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen del Cisne por la salud, sabiduría y la vida que me dieron. A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Ambato y a los ingenieros que forman parte de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Agronomía por permitir ser un miembro de esta prestigiosa institución y no solo por impartir sus conocimientos teóricos, prácticos sino también humanos.

A mi tutor de tesis Ing. Olguer León por su paciencia, ayuda y orientación en la elaboración de la tesis, un agradecimiento infinito por la confianza.

Al Ing. Edwin Pallo por brindarme su apoyo incondicional y por ayudarme a solventar mis dudas durante mi elaboración de tesis.

Jessica Paola Cunalata Montaguano

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA ..... **i**

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN. ..... **ii**

DERECHOS DE AUTOR ..... **iii**

TRIBUNAL DE GRADO ..... **iv**

DEDICATORIA ..... **v**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

ÍNDICE GENERAL ..... **viii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xii**

RESUMEN EJECUTIVO ..... **xiii**

ABSTRACT ..... **xiv**

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO 1

1.1 Introducción 1

1.2 Antecedentes investigativos 3

1.3 Objetivos 7

1.3.1 Objetivo general 7

1.3.2 Objetivos específicos 7

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA 8

2.1 Ubicación del estudio 8

2.2 Equipos y materiales 8

2.2.1 Material experimental 8

2.2.2 Material complementario 8

2.2.3 Herramientas y equipos 9

2.2.4 Equipos 9

2.3 Tipo de investigación 9

2.4 Hipótesis 10

2.5 Variables dependientes 10

2.5.1 Variables independientes 11

2.6 Diseño experimental 11

2.6.1 Factores de estudio 11

2.6.2 Factor 1: Tipos de suelo 11

2.6.3 Factor 2: dosis del biol 11

2.6.4 Tratamientos 11

2.6.5 Características de la unidad experimental 12

2.6.6 Esquema del diseño experimental 12
2.7 Manejo del experimento 13
2.7.1 Descripción del cultivo 13
2.7.2 Aplicación en drench 13
2.8 Recolección de la información 13
2.8.1 Peso de vainas por planta 13
2.8.2 Longitud de la vaina y grosor 13
2.8.3 Altura de planta 13
2.8.4 Número de hojas por planta 13
2.8.5 Número de vainas por planta 14
2.8.6 Número de flores por planta 14
2.8.7 Rendimiento (Kg/planta) 14
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15
3.1 Análisis y discusión de los resultados 15
3.1.1 Altura de la planta 15
3.1.2 Número de hojas 17
3.1.3 Número de flores por planta 18
3.1.4 Número de vainas por planta 18
3.1.5 Longitud de vaina por planta 19
3.1.6 Grosor de las vainas por planta 20
3.1.7 Peso de vainas por planta 22
3.1.8 Rendimiento (kg/planta) 23

3.2 Comprobación de la hipótesis 23

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 25

4.1 Conclusiones 25

4.2 Recomendaciones 25

REFERENCIAS 27

ANEXOS 30

Anexo 1. Implementación del cultivo. 30

Anexo 2. Aplicación del biol 30

Anexo 3. Toma de datos 30

Anexo 4. Cuadro de análisis de la altura de planta a los 40 días 31

Anexo 5. Cuadro de análisis la altura a los 60 días 32

Anexo 6. Cuadro de análisis de número de hojas a los 40 días 32

Anexo 7. Cuadro de análisis de número de hojas a los 60 días 32

Anexo 8. Cuadro de análisis de número de flores 33

Anexo 9. Cuadro de análisis de número de vainas 33

Anexo 10. Cuadro de análisis de peso de vainas 33

Anexo 11. Cuadro de análisis de longitud de vainas 34

Anexo 12. Cuadro de análisis de grosor de vainas 34

Anexo 13. Cuadro de análisis del Rendimiento de la vaina 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Tratamientos* 12

Tabla 2. *Diseño experimental* 12

Tabla 3. *Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 40 días*. 15

Tabla 4. *Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 60 días*. 16

Tabla 5. *Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas a los 60 días* 17

Tabla 6. *Prueba de Tukey al 5% para la variable número de flores* 18

Tabla 7. *Prueba de Tukey al 5% para la variable número de vainas* 19

Tabla 8. *Prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de vainas* 20

Tabla 9. *Prueba de Tukey al 5% para la variable grosor de vainas* 21

Tabla 10. *Prueba de Tukey al 5% para la variable peso de vainas* 22

Tabla 11. *Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento Kg/ha* 23

RESUMEN EJECUTIVO

En este estudio se evaluó el rendimiento de la vainita *(Phaseolus vulgaris* Var. Verde) en dos tipos de suelo y la aplicación de biol en drench, como objetivo general es analizar cómo influye el tipo de suelo y las diferentes dosis de biol en el desarrollo y el rendimiento del cultivo. La vainita es una leguminosa de gran importancia nutricional y económica, sin embargo, su productividad depende de varios factores edáficos, especialmente en suelos degradados como ocurre en diversas partes del Ecuador. Para ello, la investigación se desarrolló en la Provincia de Tungurahua, cantón Pelileo, bajo un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2*3 + 2, evaluando dos tipos de suelo (arenoso y arcilloso), con tres dosis de biol (10,20,30 mL) y dos testigos sin aplicación. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de hojas, número de flores, número de vainas, peso, longitud y grosor de vainas por planta, para lo cual se realizó aplicaciones de biol en drench a los 15,30,45 días después de la germinación, a diferentes volúmenes y a una concentración del 30%. Luego de realizar el análisis, los resultados evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento S2D1 (suelo arcilloso con dosis de 10 mL), resultando ser el más eficiente, mostrando un resultado de 12,17 vainas por planta, una longitud con un valor promedio de 17,39 cm, y un grosor de 0,72 cm y un peso de vainas de 94 g, seguido del tratamiento S2D3 (suelo arcilloso con dosis de 30 mL), el cual mostro resultados favorables, registrando 10 vainas por planta, longitud de vaina con un valor de 15,61 cm, 0,58 cm de grosor y un peso de 75,72 g, siendo los testigos los que menor rendimiento se obtuvo, debido a que mostraron los valores en el tratamiento T1(suelo arenoso), ya que apenas alcanzo un valor de 36,66 g de peso, 12,5cm de longitud, 0,57cm de grosor y un 8,72 vainas por planta.

Palabras clave: VAINITA, BIOL, DRENCH, BIOFERTILIZANTES, INOCULACIÓN, NÓDULOS.

ABSTRACT

This study evaluated the yield of green beans (Phaseolus vulgaris var. Verde) in two soil types and the application of biofertilizer as a drench. The overall objective was to analyze how soil type and different doses of biofertilizer influence crop development and yield. Green beans are a legume of great nutritional and economic importance; however, their productivity depends on several soil factors, especially in degraded soils, as is the case in various parts of Ecuador. Therefore, the research was conducted in the Tungurahua Province, Pelileo canton, using a completely randomized block design with a 2x3 + 2 factorial arrangement. Two soil types (sandy and clayey) were evaluated, with three doses of biofertilizer (10, 20, and 30 mL) and two control plots without application. The variables evaluated were plant height, number of leaves, number of flowers, number of pods, weight, length and thickness of pods per plant, for which applications of biol in drench were made at 15, 30, 45 days after germination, at different volumes and at a concentration of 30%. After conducting the analysis, the results showed significant differences between the treatments. The best treatment, S2D1 (clay soil with a dose of 10 mL), proved to be the most efficient, yielding 12,17 pods per plant, an average length of 17,39 cm, a thickness of 0,72 cm, and a pod weight of 94 g. This was followed by treatment S2D3 (clay soil with a dose of 30 mL), which showed favorable results, registering 10 pods per plant, a pod length of 15,61 cm, a thickness of 0,58 cm, and a weight of 75,72 g. The control treatments yielded the lowest results, as they showed the values of treatment T1 (sandy soil), reaching only 36,66 g in weight, 12,5 cm in length, 0,57 cm in thickness, and 8,72 pods per plant. plant

Keywords: GREEN BEANS, BIOFERTILIZER, DRENCH, BIOFERTILIZERS, INOCULATION, NODULES.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

La vainita (*Phaseolus vulgaris)* es un producto muy valorado globalmente por su textura jugosa, su sabor como también su dulzura. Desde el punto de vista nutricional, proporciona vitaminas, fibra y sustancias antioxidantes, por lo tanto, es un alimento clave en la alimentación para el ser humano; sin embargo, Garay (2023) menciona que formamos parte de una población mundial que está en rápido aumento, lo cual genera la necesidad de aumentar considerablemente la producción alimentaria en un mundo que enfrenta problemas de escasez de recursos hídricos y de suelo, así como desafíos climáticos.

Hace alrededor de ocho milenios, la vainita hizo su aparición tanto en la cordillera de los Andes como en la zona de Mesoamérica. Esta planta leguminosa reviste una notable importancia gracias a su valor nutritivo, pudiéndose hallar en cada uno de los cinco continentes. A parte de eso, se trata de la legumbre con mayor demanda en todo el mundo y forma parte de la dieta de unos 300 millones de personas, quienes la denominan "la carne de los humildes" debido a su coste accesible y su elevada cantidad de proteínas. Dentro de Ecuador, la vainita es un grano leguminoso con una superficie cultivada que abarca 120.000 hectáreas, especialmente en el valle interandino (Cáceres Acosta, 2023).

La situación del suelo en el Ecuador es preocupante, actualmente las áreas que antes estaban cubiertas de bosques han ido transformándose en desiertos y zonas secas, como resultado de las prácticas agrícolas insostenibles, la presencia desmesurada de ganado y la deforestación; lo que ha ocasionado estragos en los suelos que solían ser productivos. En la nación, aproximadamente el 49% de las tierras se está deteriorando

y un 22% se halla en camino hacia la desertificación, sin embargo, en diversas partes del país, el terreno es considerado simplemente como un espacio para que las personas planten y cosechen sus alimentos esenciales; no se reconoce su relevancia en la cadena alimentaria, siendo un recurso vital para la existencia (Granizo Yépez, 2020).

El suelo se conforma mediante la interacción de elementos bióticos, como el clima, el material de origen, topografía y tiempo, lo que acontece las características distintivas. La composición textural del suelo se constituye en factor esencial el cual determina la calidad y la productividad del mismo. Los suelos arenosos se distinguen por su bajo composición de minerales y carbono, insuficiente fertilidad, carencia de macro agregados y una baja capacidad de retención hídrica, por lo cual afecta perjudicialmente en el crecimiento de la vegetación de cualquier cultivo. Además, China es uno de los países más perjudicados por la degradación de los suelos, el cual da un área de $173{,}97 * 10^4\ km^2$ de tierras desertificadas, esto quiere decir que equivale a un 18,1% de su superficie terrestre total. Actualmente, las practicas tradicionales para la restauración del suelo en zonas desertificadas se centran especialmente en la fijación de arena, ya que incluye tanto técnicas mecánicas, químicas y bilógicas (Sui et al., 2025).

La arcilla es un tipo de suelo que posee una capacidad portante y una resistencia al corte bajas en relación con otros suelos, debido a la presencia de agua y a su flexibilidad y capacidad que presenta. Teniendo en cuenta que este tipo de suelo se compone por partículas de pequeñas dimensiones menor a 0.002 mm y con formas alargadas, planas y laminares. En el momento actual, se encuentran varias opciones para la optimización de suelos arcillosos, tales como sustitución, procedimientos químicos, estabilización térmica, procesos electroquímicos y la fijación biotecnia (Liendo Luque, 2024).

El biol es un abono orgánico en forma líquida, que se produce a partir de la degradación de residuos orgánicos por medio de un proceso de digestión anaeróbica en un digestor. Este producto actúa como un tipo de abono y se puede utilizar en la agricultura como un sustituto de los fertilizantes químicos, ya que contiene una gran variedad de fitorreguladores que, al aplicarse en diversos cultivos, fomenta un aumento

significativo en la cantidad de raíces de las plantas. Esto mejora la fotosíntesis y, por ende, la producción y la calidad de la cosecha del cultivo (Ramírez et al., 2023).

El biol que se utilizó está compuesto por algunos componentes como es la alfalfa, vicia debido a que contienen nitrógeno, fósforo, potasio y algunos otros micronutrientes en el cual enriquecen al biol, estiércol de ganado ayuda aportar nutrientes, estimula microorganismos, mejora el suelo y promueve el crecimiento de las plantas, roca fosfórica el cual ayuda a la actividad microbiana y como también ayuda a mejorar el suelo, suero de leche enriquece el biol y mejora la eficiencia del fertilizante, levadura tiene como función enriquecer el fertilizante y de igual manera activa los microorganismos y por ultimo también se utilizó melaza es un componente donde proporciona energía a los microrganismos, acelera la fermentación y también mejora la calidad del biol.

1.2 Antecedentes investigativos

En el estudio llevado a cabo por de Sousa et al. (2024), se examinaron los efectos de la vainita *(Phaseolus vulgaris)* frente a la inoculación con *Rhizobium tropici*, junto con microorganismos beneficiosos, sobre la disminución de la fertilización NPK y sus efectos en frijol común. Llevada a cabo en dos tipos de suelo (arcilloso y arenoso), el diseño experimental fue un diseño de bloques completos al azar bajo un esquema factorial 4*4, con distintas combinaciones de inoculación *(Rhizobium tropici* solo o junto a *Azospirillum brasilense, Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum)* y cantidad de fertilización (0%, 33%, 66% y 100% de la dosis sugerida). Los datos indicaron que la inoculación con *R. tropici*, sobre todo en combinación con *Trichoderma harzianum*, creció la formación de nódulos y mejoró los aspectos agronómicos como el contenido de clorofila foliar, la materia seca de la planta, la cantidad de vainas y granos.

La aplicación con *Azospirillum brasilense* produjo un incremento notable en el rendimiento de grano, sobre todo en suelos arcillosos con 33% de NPK. La aplicación de dosis menores de NPK fue adecuada para un buen rendimiento, lo que indica la posibilidad de disminuir el uso de fertilizantes minerales. Este análisis indica que los suelos con fertilidad equilibrada, en un sistema de siembra directa, pueden ayudar a disminuir el uso de fertilizantes por el reciclaje de la materia orgánica y a la

optimización de la salud del suelo. Asi mismo, la utilización de microorganismos es un recurso efectivo para la sostenibilidad del agroecosistema.

Según Wabela et al. (2024), en su estudio titulado “Efectos de la aplicación integrada sobre propiedades seleccionadas del suelo y atributos de rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en diferentes tipos de suelos” se valoró la eficiencia productiva de *Phaseolus vulgaris*, vinculada especialmente a la deficiente fertilidad de los suelos de la región con el propósito de maximizar tanto la producción del cultivo como las condiciones edáficas, se evalúo la efectividad de la aplicación integrada de fertilizantes inorgánicos, orgánicos y como también los biofertilizantes. El experimento se determinó bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones cada una, incluyendo tres localidades (Kokate, Hawassa y Alage) y adaptando las dosis de fertilizante fosfatado (superfosfato triple) a los atributos de cada sitio. De tal manera que se incorporaron abonos orgánicos mediante el uso de biocarbon y compost, incorporados con la inoculación del biofertilizante denominado *Rhizobium. L*os resultados indicaron el manejo combinado de fertilizantes minerales, provenientes de fuentes orgánicas y biológicas que mejoró de manera significativamente las condiciones del suelo como el pH, el carbono orgánico y el fosforo disponible, en relación con fertilizantes inorgánicos de manera aislada. De igual manera este enfoque aumentó los parámetros productivos del cultivo. Tomando en cuenta que las variables que fueron evaluadas se consideró el número de nódulos, el peso de las semillas, la productividad del grano y la biomasa total. Específicamente, la integración del superfosfato triple con compost o el biocarbón el cual generó mejoras en el rendimiento del grano de hasta un 24% y progresos en la rentabilidad económica en las tres zonas que fueron evaluadas. Estos resultados confirman que el manejo integrado del suelo, adaptado a las condiciones locales, por lo cual establece una estrategia esencial para poder potenciar la productividad y como también la sostenibilidad del cultivo de frijol común en los suelos de baja fertilidad.

Según Al-Obaidi y Abdul-Ratha (2021), quienes realizaron una investigación titulada “Evaluation of The Combination Of bacterial Biofertilizer And Vermicompost In The availabilityofn, P, Kandsomeof Plantparametersofbeans (*Phaseolus vulgaris*)” se desarrolló este estudio de campo con el propósito de analizar el efecto combinado de biofertilizantes bacterianos y vermicompost con respecto al desarrollo fisiológico y

el rendimiento de las judías verdes, de igual manera que la disponibilidad de nitrógeno(N) ,potasio (K) y como también el fósforo (P) en el suelo. El ensayo se ejecutó en un suelo franco limoso, en el cual se empleó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se establecieron con tratamientos que abarca un biofertilizante elaborado por *Bacillus megaterium, bacillus mucilagenosus y Rhizobium phaseoli,* los tratamientos consistieron con la combinación de dos niveles de vermicompost (0 y 10 t/ha) con dos niveles de fertilización mineral (0% y 50% de las dosis recomendadas) junto con un tratamiento control con la dosis completa al 100% del fertilizante químico. Los hallazgos demostraron que la combinación del biofertilizante bacteriano con 10mchg vermicompost y 50% de fertilizante mineral, presentó los mejores valores en la mayoría de los parámetros de crecimiento fisiológico y como también la productividad de la judía verde *(Phaseolus vulgaris)* excediendo incluso al tratamiento que se aplicó la dosis completa del fertilizante químico. Por lo tanto, este tratamiento alcanzo una cantidad de 150 vainas por planta, 8,33 nódulos por planta el cual dio una productividad total de 71,48 t por ha. Por otra parte, se reflejó una mayor disponibilidad de Nitrógeno, fosforo y potasio en el suelo (85,00; 14,00 y 198,00 mg kg^{-1}, respectivamente), con respecto al tratamiento sin fertilización, estas evidencias demostraron que la integración de biofertilizante, vermicompost y la fertilización mineral reducida en si mejora la fertilidad de suelos como también el rendimiento de *Phaseolus vulgaris* de una forma sostenible.

Morales y Tuarez (2023), en su ensayo titulado “Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)” se realizó en la finca catalina ubicada en el recinto cuatro Mangas, cantón Buena Fe, con el propósito de estudiar la reacción de la aplicación del biol sobre el cultivo de frejol, a través de dos maneras de aplicación tanto edáfica como foliar con dosis concentraciones (10% y 20%). En este estudio se implementó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial con cinco repeticiones. Los parámetros que se analizaron fueron la altura de la planta, diámetro del tallo, cantidad de vainas por planta, cantidad de granos por vaina, peso muestra de 100 granos y la productividad (kg/ha). Los datos adquiridos fueron interpretados mediante ANOVA y la prueba de rangos múltiples Tukey al 95% donde se demostró que el modo de aplicación del biol no produjo diferencias significativas en los parámetros del crecimiento y de la

producción de dicho cultivo. A pesar de ello, la dosis aplicada si destacó un efecto considerable sobre los indicadores tanto de producción y el desarrollo de las plantas, resaltando la concentración del 10% como la más favorable para la altura, diámetro de tallo y el rendimiento. Igualmente se observó que la mezcla del biol foliar al 10% generó un aumento significativo en el número de vainas por planta (6,20) y granos por vaina (6,21), así alcanzando una mayor producción del ensayo con 218,50 kg/ha y la mejor relación beneficio/costo (2,10), logrando así una producción optima del ensayo del cultivo.

En la investigación realizada por Murillo (2023), con el tema "Evaluación del ciclo productivo de *Phaseolus vulgaris* L. inoculado con biofertilizantes" esta investigación tuvo como propósito determinar las etapas productivas de *Phaseolus vulgaris*, aplicando biofertilizantes, recopilando información el cual permitió identificar cuáles eran los efectos positivos de la aplicación de microorganismos en esta leguminosa. Este estudio tomo en cuenta investigaciones de los últimos 10 años, indicando que en Ecuador y Cuba contribuyeron el 255 de los trabajos publicados sobre el tema. En la mayor parte de los estudios, el género *Rhizobium* fue el más utilizado (67%), a partir de su capacidad de fijar el nitrógeno y adicionalmente otras funciones beneficiosas para la planta. En especial, en Ecuador se registró un 35% de que estas inoculaciones no fueron eficientes en *Phaseolus vulgaris,* estimulando el crecimiento del cultivo. Con estos trabajos de investigación indican que la inoculación con enmiendas microbianas ayuda a mejorar el desarrollo de la planta, contribuir la fijación del N, potenciar la producción hormonas vegetales, produce compuestos antagonistas y eleva los porcentajes de germinación, por lo cual se traduce en un mejor desempeño del mismo cultivo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluación del rendimiento de la vainita (*Phaseolus vulgaris)* Var. Verde en dos tipos de suelos, con aplicación de biol en drench**.**

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento de la vainita en dos tipos de suelo, arenoso y arcilloso.
- Establecer la mejor dosis de biol en drench, en suelos arenoso y arcilloso.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del estudio

Provincia: Tungurahua

Cantón: Pelileo

Parroquia: Pelileo Grande

Sector: Valle hermoso – Gamboa

Latitud: 1º19´39´´S

Longitud: 77º32´´27´´ O

Altitud: 2203 m.s.n.m

2.2 Equipos y materiales

2.2.1 Material experimental

Cultivo de vainita

Suelos: Arenoso y arcilloso

2.2.2 Material complementario

Esferos

Cuaderno de campo

Computadora

Impresora

2.2.3 Herramientas y equipos

Azadón

Palas

Piola

Estacas

Cinta

Letreros

Fundas plásticas

Vaso medidor (ml)

Semillas

Flexómetro

Lápiz

Regla

Manguera de riego

2.2.4 Equipos

Balanza digital

2.3 Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental y aplicada, puesto que se manipulará deliberadamente las condiciones del suelo mediante el uso de fundas plásticas que contienen suelos arenoso y arcilloso para evaluar su efecto en el rendimiento de la vainita (*Phaseolus vulgaris* var. verde). Este diseño experimental permitirá controlar las variables del ambiente y aplicar biol por drench, facilitando la identificación de

relaciones causa-efecto entre el tipo de suelo, la aplicación del biol y las variables agronómicas del cultivo.

2.4 Hipótesis

Hipótesis nula

No Existe diferencia significativa en el rendimiento de vainita (*Phaseolus vulgaris)* Var. Verde en dos tipos de un suelo arenoso y arcilloso y con la aplicación de biol en drench.

Hipótesis alternativa

Existe diferencia significativa en el rendimiento de vainita (*Phaseolus vulgaris)* Var. Verde en dos tipos de un suelo arenoso y arcilloso y con la aplicación de biol en drench.

2.5 Variables dependientes

Las variables se definieron de acuerdo a las características para la aplicación del biol.

Peso de vainas por planta

Longitud de vainas y grosor

Altura de planta

Número de hojas por planta

Número de vainas por planta

Número de flores por planta

Rendimiento

2.5.1 Variables independientes

Suelo arenoso

Suelo arcilloso

Dosis de biol

2.6 Diseño experimental

El presente estudio se llevó a cabo en el cultivo de vainita bajo un diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2*3+2 con tres repeticiones.

2.6.1 Factores de estudio

2.6.2 Factor 1: Tipos de suelo

Suelo 1= arenoso

Suelo 2= arcilloso

2.6.3 Factor 2: dosis del biol

D1= 10.0 mL

D2= 20.0 mL

D3= 30.0 mL

2.6.4 Tratamientos

El tratamiento consistió en la evaluación del rendimiento de vainita en dos tipos de suelo y en la aplicación de tres dosis de biol.

Tabla 1.
Tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
S1D1	Suelo arenoso con dosis de 10.0 mL
S1D2	Suelo arenoso con dosis de 20.0 mL
S1D3	Suelo arenoso con dosis de 30.0 mL
S2D1	Suelo arcilloso con dosis de 10.0 mL
S2D2	Suelo arcilloso con dosis de 20.0 mL
S2D3	Suelo arcilloso con dosis de 30.0 mL
Testigo arenoso	Sin aplicación de biol
Testigo arcilloso	Sin aplicación de biol

2.6.5 Características de la unidad experimental

Número de parcelas: 24

Número total de fundas: 240

Largo y ancho de las parcelas: 1m*0.5m

Número de plantas por tratamiento: 10

Área de la parcela: $0.50m^2$

Área de la investigación: 20 m^2

2.6.6 Esquema del diseño experimental

Tabla 2.
Diseño experimental

BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3
T2	S1D2	S1D3
S2D3	T1	T2
S2D1	S2D3	S2D3
S1D1	T2	T1
S1D2	S1D1	S2D2
S2D2	S2D2	S2D1
S1D3	S1D3	S1D2
T1	S2D1	S1D1

2.7 Manejo del experimento

2.7.1 Descripción del cultivo

El cultivo de vainita en dos meses y medio de su ciclo, enfocado en la variedad verde, está ubicado en Pelileo, caserío Gamboa. La distancia de siembra es de 0,25cm entre fundas y 0,25 entre hilera.

2.7.2 Aplicación en drench

Las aplicaciones en drench se realizaron a los 15, 30, 45 días después de la germinación. Utilicé un tubo de ensayo que me permitió aplicar de una forma más exacta el producto en cada funda de 6*6 y esta labor fue fundamental para potenciar el rendimiento del cultivo.

2.8 Recolección de la información

2.8.1 Peso de vainas por planta

Para este proceso se utilizó una balanza digital, donde la recolección se realizó de 6 plantas por tratamiento y cuando las vainas alcanzaron su punto de cosecha.

2.8.2 Longitud de la vaina y grosor

Para medir la longitud de la vaina se utilizó un calibrador, lo cual la longitud se mide colocando la vaina en forma recta sobre una superficie plana, el grosor se determina en la parte media.

2.8.3 Altura de planta

Para determinar la altura de la planta se utilizó una regla, lo cual consiste en medir desde el extremo de la base del tallo hasta el ápice. Este proceso se realizó a los 40 y 60 días después de la germinación.

2.8.4 Número de hojas por planta

Para determinar el número de hojas por planta, se realizó un conteo manual en donde se seleccionó 6 plantas que están completamente desarrolladas y se contó todas

las hojas desde la base hasta el ápice del tallo, estos datos se tomaron a los 40 y 60 días.

2.8.5 Número de vainas por planta

Para evaluar el número de vainas por plantas se realizó el conteo de forma directa de las 6 plantas seleccionadas, y se tomó en cuenta las vainas completamente formadas y visibles.

2.8.6 Número de flores por planta

Se realizó un conteo visual donde se seleccionó las flores abiertas y visibles desde la base hasta el ápice del tallo principal incluyendo botones florales que aún no se hayan abierto para mantener uniformidad en la evaluación.

2.8.7 Rendimiento (Kg/planta)

Se determino el peso total de vainas cosechadas por planta al finalizar el ensayo de cada unidad experimental. Los resultados se expresaron en kilogramos por hectárea.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Altura de la planta

Realizado el análisis de varianza de la variable de la altura de la planta a los 40 y 60 días se observa una diferencia muy significativa a los 40 días para los tratamientos con (p-valor = 0,0002), teniendo en cuenta que a los 60 días es significativa con (p-valor = 0,0850) para los mismos.

Mediante la prueba de Tukey al 5% (tabla 3), se puede observar tres rangos de significación en la altura a los 40 días, en el rango A con mayor altura de planta se ubica el tratamiento S2D3 (suelo arcilloso con dosis de 30 mL), siendo el mejor con un promedio de 11,33 cm, seguido por el tratamiento S2D2 (suelo arcilloso con dosis de 20 mL), que comparten simultáneamente los rangos A y B. Finalmente en el rango C el testigo (T2) con un valor promedio de 7,11 cm, presentó la menor altura de planta.

Tabla 3
Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 40 días

Tratamientos	Medias (cm)	Rangos		
S2D3	11,33	A		
S2D2	10,44	A	B	
S2D1	8,78		B	C
S1D2	8,5		B	C
S1D3	8,39		B	C
S1D1	7,89			C
T1	7,44			C
T2	7,11			C

Los resultados alcanzados en las variables de altura de planta a los 40 días coinciden con lo señalado por Morales y Tuarez (2023), quien estudio la aplicación de biol en (*Phaseolus vulgaris*) identificó que los tratamientos con la fertilización presentaron mayores alturas de planta en comparación con el testigo, mostrando una respuesta favorable del cultivo en las etapas iniciales del desarrollo de la planta. El autor indica que la presencia de los nutrientes proporcionados por el biol promueve el crecimiento inicial del tallo.

Por otra parte, en la toma de datos de altura a los 60 días según el análisis de la prueba de Tukey al 5% (tabla 4), se observa que en el tratamiento S2D3 (suelo arcilloso con dosis de 30 mL), muestra una media de 26,61 cm siendo el tratamiento con mayor altura de planta, por otro lado el tratamiento S1D3 (suelo arenoso con dosis de 30 mL), muestra una media de 16,78 cm siendo el tratamiento con menor altura de la planta, los demás tratamientos se encuentra inmersos en los valores antes mencionados, este efecto puede ser atribuidos a los compuestos nutricionales presentes en el producto evaluado.

Tabla 4.
Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 60 días

Tratamientos	Medias (cm)	Rangos	
S2D3	26,61	A	
S1D2	20,89	A	B
S2D1	20,82	A	B
S1D1	19,94	A	B
T1	19,33	A	B
S2D2	19,11	A	B
T2	18,00		B
S1D3	16,78		B

Los valores obtenidos de la altura de la planta a los 60 días son similares a los de Geleta et al. (2024), donde al analizar distintas fases de humedad del suelo en fréjol apreciaron variaciones relevantes en el crecimiento fisiológico abarcando un evidente aumento en la longevidad de la planta bajo condiciones de humedad. Esto indica que los factores del suelo y de manejo como el agua y fertilización tienen un impacto significativo en el crecimiento fisiológico hasta los 60 días.

3.1.2 Número de hojas

En la toma de datos de la variable número de hojas por planta a los 40 días no hubo significancia.

Mediante la prueba de Tukey al 5% (tabla 5), para la variable número de hojas a los 60 días se puede observar dos rangos de significación, en donde el rango A con mayor número de hojas se ubica en el tratamiento S2D3 (suelo arcilloso con dosis de 30 mL) con una media de 16,90, seguido por el tratamiento S2D1(suelo arcilloso con dosis de 10 mL) con una media de 15,56. Finalmente, el tratamiento con menor rendimiento en la producción de hojas es el Testigo (T1) con un valor promedio de 11,17 en el número de hojas ubicándose en el rango B.

Tabla 5.
Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas a los 60 días

Tratamientos	Medias	Rangos	
S2D3	16,90	A	
S2D1	15,56	A	B
S1D2	14,11	A	B
T1	12,5	A	B
S1D1	12,11	A	B
S2D2	11,78	A	B
S1D3	11,45		B
T2	11,17		B

Los valores obtenidos en el número de hojas son similares a la investigación realizada por Merga (2020), el cual menciona que analizaron distintos tipos de *Phaseolus vulgaris* bajo diferentes separaciones de siembra y observaron que el número de hojas por planta variaba notablemente según la densidad y el manejo del cultivo, en el cual los autores señalan que la cantidad de hojas en la planta es un parámetro esencial del vigor de la planta y muestra la eficiencia del cultivo en la acumulación del material vegetal en las fases iniciales y medias del desarrollo del cultivo.

3.1.3 Número de flores por planta

Mediante la prueba de Tukey al 5% (tabla 6), se puede observar que hay 4 rangos de significación, en el rango A con mayor número de flores que se ubica el tratamiento S2D1 (suelo arcilloso con dosis de 10 mL), siendo esté el mejor con una media de 15,78, seguido del tratamiento S2D3(suelo arcilloso con dosis de 30 mL) con un promedio de 12,28. Finalmente, en el rango D el tratamiento S1D1 (suelo arenoso con dosis de 10 mL) con una media de 7,50 presentó el menor número de flores.

Tabla 6
Prueba de Tukey al 5% para la variable número de flores

Tratamientos	Medias	Rangos		
S2D1	15,78	A		
S2D3	12,28		B	
T2	11,83		B	C
S1D2	11,11		B	C
S2D2	10,30		B	C D
T1	9,33		B	C D
S1D3	8,67			C D
S1D1	7,50			D

Los resultados obtenidos en esta investigación con relación al número de flores tienen relación con Martins et al. (2017), quienes estudiaron el manejo genético del conteo de las flores y el cuajado de vainas y se encontró con un promedio de flores por planta de 31,9 en donde vario según el genotipo y el manejo implementado. Además, el autor menciona que el conteo de las flores es un factor esencial de la potencia reproductiva debido a que la cantidad de flores generadas depende de la formación de vainas y, por ende, en el rendimiento total del cultivo.

3.1.4 Número de vainas por planta

Mediante la prueba de Tukey al 5% (tabla 7), se puede observar dos rangos de significación, en el rango A con mayor número de vainas se ubica el tratamiento S2D1 (suelo arcilloso con dosis de 10 mL), siendo el mejor con un valor promedio de 12,17, seguido del tratamiento S2D3 (suelo arcilloso con dosis de 30 mL), con una media de 10,00. Finalmente, en el rango B el tratamiento S1D1 (suelo arenoso con dosis de 10 mL) con un valor promedio de 7,94 presentó un menor número de vainas.

Tabla 7
Prueba de Tukey al 5% para la variable número de vainas

Tratamientos	Medias	Rangos
S2D1	12,17	A
S2D3	10,00	B
S1D2	9,17	B
S2D2	9,06	B
T2	8,95	B
T1	8,72	B
S1D3	8,06	B
S1D1	7,94	B

Los resultados obtenidos en esta investigación con relación al número de vainas por planta coinciden con lo mencionado por Luna Modesto et al. (2023), quienes, al analizar varias aplicaciones de fertilizantes en *Phaseolus vulgaris*, percibieron que el tratamiento con fertilización orgánica generó un incremento en el número de vainas, varias plantas llegaron a producir un promedio de hasta 46 vainas por planta en condiciones óptimas. Además, indica que la fertilización orgánica maximiza los procesos fisiológicos esenciales de la planta como es la floración, cuajado.

3.1.5 Longitud de vaina por planta

Mediante la Prueba de Tukey al 5% (tabla 8), se puede observar cinco rangos de significación, en el rango A con un mayor de longitud de vainas que se ubica el tratamiento S2D1(suelo arcilloso con dosis de 10 mL), siendo el mejor con un valor promedio de 17,39 cm, seguido del tratamiento S2D2 (suelo arcilloso con dosis de 20 mL) con un valor promedio de 16,17 cm. Finalmente en el rango E que es el testigo (T2) con una media de 12,42 cm, presentó un promedio menor de longitud de vainas.

Tabla 8.
Prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de vainas

Tratamientos	Medias (cm)	Rangos				
S2D1	17,39	A				
S2D2	16,17		B			
S2D3	15,61		B	C		
S2D1	15,51			C		
S1D2	15,30			C		
S1D3	14,72				D	
T1	12,50					E
T2	12,42					E

Los resultados obtenidos en relación de la longitud de vainas concuerdan con lo mencionado por Kinya (2019), quien al utilizar vermicompost como abono orgánico en frijol identificó que este tratamiento incremento notablemente la longitud de vainas, así como también otros parámetros productivos en relación con la fertilización química convencional. Además, este antecedente respalda la noción del manejo agrícola adecuado y un suelo bien estructurado y como también una fertilización equilibrada ya que ayuda a maximizar la longitud de la vaina.

3.1.6 Grosor de las vainas por planta

Mediante la prueba de Tukey al 5% (tabla 9), se puede observar tres rangos de significación, en el rango A con mayor grosor de vainas que se ubica el tratamiento S2D1 (suelo arcilloso con dosis de 10 mL), siendo el mejor con un valor promedio de 0,72 cm, seguido del tratamiento S2D3 (suelo arcilloso con dosis de 30 mL), con un valor promedio de 0,58 cm. Finalmente en el rango C el testigo (T2) con una media de de 0,57 cm, presentó un menor promedio en grosor de vainas.

Tabla 9
Prueba de Tukey al 5% para la variable grosor de vainas

Tratamientos	Medias (cm)	Rangos		
S2D1	0,72	A		
S2D3	0,58		B	
S1D2	0,58		B	
S2D2	0,58		B	C
S1D3	0,57			C
T1	0,57			C
S1D1	0,57			C
T2	0,57			C

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre el grosor de la vaina se corroboran con Karavidas et al. (2022), quienes comprobaron los métodos de producción que integran las practicas ecológicas y el control nutricional más adecuado suelen producir frutos con características físicas como la firmeza, volumen y el crecimiento de las paredes de las vainas, debido a que el autor menciona que al cultivar en el suelo con mejor estructura, mejora la capacidad de retención de agua y una mayor disponibilidad de nutrientes más estable, por ende, los frutos tiende a tener paredes más desarrolladas.

Además, el autor manifiesta que el suelo arcilloso proporciona mejores factores ambientales como la retención de humedad y que al aplicar el biol incrementa la disponibilidad de nutrientes favorables para el crecimiento del fruto y como también ayuda en nel aumento del grosor de la vaina.

3.1.7 Peso de vainas por planta

Mediante la Prueba de Tukey al 5% (tabla 10), se puede observar siete rangos de significación, en el rango A con mayor peso de vainas se ubica en el tratamiento S2D1 (suelo arcilloso con dosis de 10 mL), siendo el mejor con un valor promedio de 94,00 g, seguido del tratamiento S2D3 (suelo arcilloso con dosis de 30 mL) con una media de 75,72 g. Finalmente en el rango G testigo (T1) con un valor promedio de 36,66 g, presentó el menor en peso de vainas.

Tabla 10
Prueba de Tukey al 5% para la variable peso de vainas

Tratamientos	Medias (g)	Rangos						
S2D1	94,00	A						
S2D3	75,72		B					
S1D2	53,78			C				
S1D1	49,61			C	D			
S1D3	46,00				D	E		
S2D2	41,66					E	F	
T2	37,06						F	G
T1	36,66							G

Los resultados obtenidos en esta investigación en relación al peso de vainas por planta se corroboran con Moniruzzaman y Khatoon (2023), quienes analizaron distintas etapas de nitrógeno en frejol e identificó que las plantas cultivadas en condiciones nutritivas optimas ya que producen vainas más pesadas, debido a que tiene un mayor llenado de fruto y una mejor eficiencia en el desplazamiento de nutrientes hacia las vainas. Además, estos resultados evidencian que el suelo arcilloso y el uso de biol crean un entorno más propicio para el llenado de los frutos y es donde se justifica el aumento del peso de las vainas.

3.1.8 Rendimiento (kg/planta)

Mediante la prueba de Tukey al 5 % (tabla11), se puede observar siete rangos de significación, en el rango A con mayor rendimiento del cultivo de vainita se ubica el tratamiento S2D1 (Suelo arcilloso con dosis de 10 mL), siendo el mejor con una media de 3133,27 kg/ha, seguido del tratamiento S2D3 (suelo arcilloso con dosis de 30 mL), con un valor promedio de 2523,93 kg7ha. Finalmente, en el rango G el testigo (T1) con una media de 1222,07 Kg/ha, presentó el menor rendimiento en el cultivo de vainita.

Tabla 11

Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento Kg/ha

Tratamientos	Medias (Kg/ha)	Rangos						
S2D1	3133,27	A						
S2D3	2523,93		B					
S1D2	1792,53			C				
S1D1	1653,93			C	D			
S1D3	1533,27				D	E		
S2D2	1388,67					E	F	
T2	1235,13						F	G
T1	1222,07							G

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre el rendimiento del cultivo de vainita kg/ha se corroboran con de Souza et al. (2024), quien analizó la respuesta de *Phaseolus vulgaris* a la aplicación de macroorganismos promotores del crecimiento en suelos arenosos y arcillosos, el autor indica que el suelo arcilloso permite un mejor aprovechamiento de los biofertilizantes debido a su mayor potencial de retención de nutrientes y la actividad de los microorganismos, así mismo indica que la reducción del uso de fertilizantes químicos puede ser equilibrada mediante el uso de insumos biológicos, siempre que el suelo presente condiciones edáficas favorables.

3.2 Comprobación de la hipótesis

Se acepta la hipótesis alternativa en esta investigación ya que existió diferencias significativas en las variables evaluadas como altura de planta, número de hojas, número de flores, número de vainas, longitud de vainas, grosor y peso de vainas

por planta entre los tratamientos, en suelos arenosos como arcillosos al aplicar biol en diferentes dosis influyó de manera directa en el rendimiento del cultivo de vaina (*Phaseolus vulgaris)*.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El suelo arcilloso presentó el mejor rendimiento del cultivo, puesto a que las plantas en este tipo de suelo se desarrollaron de la mejor manera frente a los tratamientos con el suelo arenoso, en cuanto a la altura, cantidad de hojas, flores, vainas y su rendimiento total. Esto afirma que la estructura y la habilidad para retener el agua y nutrientes del suelo arcilloso beneficia el desarrollo en el cultivo de la vainita.

En el suelo arenoso tuvo una repuesta favorable, existió un menor rendimiento, a pesar del efecto positivo del biol sobre las plantas en ese tipo de suelo, sin embargo, el rendimiento de esos tratamientos fue más bajo a comparación con el otro tipo de suelo, evidenciando que la baja capacidad de retención de agua y la limitada disponibilidad de nutrientes restringen su potencial de producción.

La dosis del biol en concentración de 10 ml en el suelo arcilloso fue más eficiente, ya que en varias mezclas tuvieron un buen desempeño, teniendo en cuenta que en el tratamiento S2D1 (suelo arcilloso con dosis de 10 mL) obtuvo un mayor promedio en el número de vainas, peso, grosor, longitud, floración y asi demostró ser el mejor tanto en el crecimiento como en el rendimiento.

4.2 Recomendaciones

Se sugiere dar preferencia al uso del suelo arcilloso para el cultivo de vainita, ya que en este tipo de suelo se obtuvieron los mejores resultados y demostró ser el mejor en el rendimiento de las variables evaluadas. Por ello se recomienda de preferencia cultivar en este tipo de suelo para así poder obtener la mayor producción del cultivo.

Se recomienda mejorar la textura de los suelos arenosos antes de establecer cualquier cultivo, como incorporar materia orgánica para asi poder incrementar su capacidad de retención de humedad y como también de sus nutrientes. De este modo se podría decir que se reducirá la diferencia del rendimiento que actualmente existe entre un suelo arenosos y arcilloso

Evitar la aplicación del biol en altas concentraciones, debido a que las dosis elevadas pueden provocar efectos negativos en las plantas, como afectaciones en las raíces incluso provocando quemaduras, debido al exceso de compuestos activos, por ende, recomiendo utilizar la dosis 10 mL S2D1 (suelo arcilloso con dosis de 10 mL) que fue el tratamiento más eficiente y sin aplicación alta de biol.

REFERENCIAS

Al-Obaidi, S. M., & Abdul-Ratha, H. A. (2021). Evaluation of the combination of bacterial biofertilizer and vermicompost in the availability of N, P, K and some of plant parameters of beans (Phaseolus vulgaris L.). *Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 52*(4). https://jcoagri.uobaghdad.edu.iq/index.php/intro/article/view/1406/941

Cáceres Acosta, E. (2023). *Manejo alternativo y convencional sobre rendimiento, propiedades nutracéuticas y comportamiento poscosecha de vainita o frijol ejotero en Ecuador* [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma Chapingo]. https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/8b2f3457-8491-484e-bff3-9a2dd0cd35c4

de Souza, L. F. R., de Souza Júnior, N. C., Fernandes, G. C., Ito, W. C. N., Barbosa, M. C., Freitas, L. B., & do Nascimento, V. (2024). Response of Phaseolus vulgaris to the Use of Growth-Promoting Microorganisms Associated with the Reduction of NPK Fertilization in Tropical Soils: Clayey Oxisol and Sandy Ultisol. *Agriculture*, *15*(1), 63.

Garay, E. (2023). *Niveles de fertilización y extractos de algas marinas en el rendimiento de vainita (Phaseolus vulgaris L.) en Cañete* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cañete]. https://hdl.handle.net/20.500.14559/126

Geleta, J., Roro, A., and Terfa, M. (2024). Phenotypic and yield responses of common bean (Phaseolus vulgaris l.) varieties to different soil moisture levels. *BMC Plant Biology*, *24*(1), 242. https://doi.org/10.1186/s12870-024-04856-5

Granizo Yépez, T. (2020). *Educación ambiental en el cuidado del suelo del barrio pedregal, cantón Mejía, provinci de Pichincha* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20767

Karavidas, I., Ntatsi, G., Marka, S., Ntanasi, T., Consentino, B. B., Sabatino, L., P. M. Iannetta & Savvas, D. (2022). Fresh pod yield, physical and nutritional quality attributes of common bean as influenced by conventional or organic farming practices. *Plants*, *12*(1), 32. https://doi.org/10.3390/plants12010032

Kinya, E. (2019). *The Effects of Vermicompost and NPK Fertilizers on Growth and Yield of Common Beanún* [Tesis de Pregrado, Universidad de Embu]. http://repository.embuni.ac.ke/handle/embuni/3565

Luna Modesto , L. G., Machuca Fajardo, L. D., Cisneros López, H. C., & Jiménez Hernández, Y. (2023). Evaluación de componentes de rendimiento en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Junio León producido con diferentes tratamientos de fertilización orgánica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 7092-7101. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4946

Liendo Luque, C. (2024). *Evaluación en Laboratorio de las Características de un Suelo Arcilloso de Baja Compresibilidad Reforzado con Inclusiones de Fibras de Polipropileno* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. http://hdl.handle.net/20.500.12404/27028

Merga, J. T. (2020). Evaluation of common bean varieties (Phaseolus vulgaris L.) to different row-spacing in Jimma, South Western Ethiopia. *Heliyon*, *6*(8). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04822

Moniruzzaman, M., & Khatoon, R. (2023). Dry Matter and Pod Yield of French Bean Varieties As Influenced by Various Nitrogen Application. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, *46*(4), 425–433. https://doi.org/10.3329/bjar.v46i4.64706

Morales, A. & Tuarez, G. (2023). *Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (Phaselous)* [Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi]. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10096

Murillo, F. (2023). *Evaluación del ciclo productivo de Phaseolus vulgaris L., inoculado con biofertilizantes.* [Revisión bibliográfica, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9747

Martins, E. S., Pinto Junior, R. A., Abreu, A. F. B., & Ramalho, M. A. P. (2017). Genetic control of number of flowers and pod set in common bean. *Genetics and Molecular Research*, *16*(3), 1-14. http://dx.doi.org/10.4238/gmr16039723

Ramírez, L. A. G., Cabrera, F. A. L., Escobedo, M. K. L., Vásquez, C. B. B., & Torres, C. A. L. (2023). Biofertilizante “biol”: caracterización física, química y microbiológica. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, *7*(20), 336-345. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219

Sui, X., Lingyan, W., Xinyao, L., Yanan, L., Yuqi, Z., Lingyun, F., & Hanxi, W. (2025). Influence of Composite Amendments on the Characteristics of sandy soil. *Sustainability, 17*(17). https://doi.org/10.3390/su17177619

Wabela, R., Abera, G., Lemma, B., & Gobena, A. (2024). Effects of integrated fertilizer application on selected soil properties and yield attributes of common bean (Phaseolus vulgaris L.) on different soil types. *Heliyon*, *10*(19). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38163

ANEXOS

Anexo 1. Implementación del cultivo.



Anexo 2. Aplicación del biol





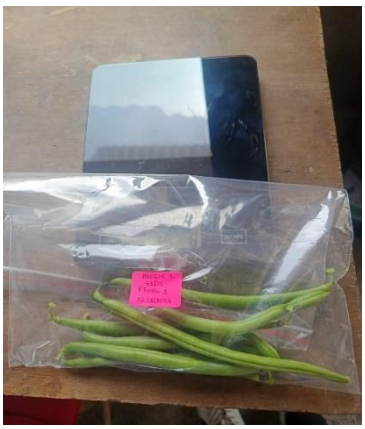
Anexo 3. Toma de datos













Anexo 4. Cuadro de análisis de la altura de planta a los 40 días

Cuadro de análisis de Varianza altura de la planta a los 40 días					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	Valor de F	P-valor
Bloques	1,01	2	0,5	0,65	0,5379
Tratamientos	44,56	7	6,37	8,18	0,0005
Error	10,89	14	0,78		
Total	56,46	23			

Anexo 5. Cuadro de análisis la altura a los 60 días

Cuadro de Análisis de Varianza altura de la planta a los 60 días					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	Valor de F	P-valor
Bloque	83,37	2	41,69	5,78	0,0148
Tratamientos	181,51	7	25,93	3,59	0,0199
Error	101,04	14	7,22		
Total	365,92	23			

Anexo 6. Cuadro de análisis de número de hojas a los 40 días

Cuadro de Análisis de Varianza número de hojas a los 40 días					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	Valor de F	P-valor
Bloque	0,38	2	0,19	1,42	0,2734
Tratamientos	3,47	7	0,5	3,75	0,0168
Error	1,85	14	0,13		
Total	5,69	23			

Anexo 7. Cuadro de análisis de número de hojas a los 60 días

Cuadro de Análisis de Varianza número de hojas a los 60 días					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	Valor de F	P-valor
bloque	19,78	2	9,89	3,72	0,0507
Tratamientos	92,92	7	13,27	4,99	0,0052
Error	37,23	14	22,66		
Total	149,92	23			

Anexo 8. Cuadro de análisis de número de flores

Cuadro de Análisis de Varianza número de flores					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	Valor de F	P-valor
bloque	6,84	2	3,42	2,58	<0,1110
Tratamientos	137,87	7	19,7	14,88	<0,0001
Error	18,53	14	1,32		
Total	163,24	23			

Anexo 9. Cuadro de análisis de número de vainas

Cuadro de Análisis de Varianza número de vainas					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	Valor de F	P-valor
Bloque	10,08	2	5,04	9,51	0,0025
Tratamientos	37,84	7	5,41	10,2	0,0001
Error	7,42	14	0,53		
Total	55,34	23			

Anexo 10. Cuadro de análisis de peso de vainas

Cuadro de análisis de Varianza peso de vainas					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	Valor de F	P-valor
Bloque	13,25	2	6,63	2,29	0,1383
Tratamientos	8682,41	7	1240,34	427,94	<0,0001
Error	40,58	14	2,9		
Total	8736,23	23			

Anexo 11. Cuadro de análisis de longitud de vainas

Cuadro de análisis de Varianza de longitud de vainas					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	valor de F	P-valor
Bloque	0,45	2	0,22	5,9	0,0138
Tratamientos	62,33	7	8,9	235,34	<0,0001
Error	0,53	14	0,04		
Total	63,3	23			

Anexo 12. Cuadro de análisis de grosor de vainas

Cuadro de análisis de Varianza de grosor de la vaina					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	valor de F	P-valor
Bloque	2,50E-05	2	1,30E-05	1,62	0,2338
Tratamientos	0,06	7	0,01	1091,38	<0,0001
Error	1,1E- 04	14	7,70E-06		
Total	0,06	23			

Anexo 13. Cuadro de análisis del Rendimiento de la vaina

Cuadro de análisis de Varianza de Rendimiento de la vaina					
F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	valor de F	P-valor
Bloque	1,47E+04	2	1,30E-05	1,62	0,2338
Tratamientos	0,06	7	0,01	1091,38	<0,0001
Error	1,1E- 04	14	7,70E-06		
Total	0,06	23			

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LRN-SFA-17-25-02514
Fecha emisión Informe: 2025-10-08

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante[1]: CUNALATA MONTAGUANO JESSICA PAOLA

Dirección[1]: PELILEO GRANDE

Teléfono[1]: (00) 000-0000
Correo Electrónico[1]: jessypao15@hotmail.com

Provincia[1]: Tungurahua **Cantón[1]:** Pelileo

N° Orden de Trabajo: OT-LRN-SFA-17-25-00412
N° Factura/Documento: 034-001-000254209

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra[1]: Suelo	**Conservación de la muestra:** Lugar fresco y seco	
Cultivo[1]: VAINITA		
Provincia[1]: Tungurahua	**Coordenadas[1]:**	**X:** ---
Cantón[1]: Quero		**Y:** ---
Parroquia[1]: Quero		**Altitud:** ---
Muestreado por[1]: CUNALATA MONTAGUANO JESSICA PAOLA		
Fecha de muestreo[1]: 2025-09-19	**Fecha de inicio de análisis:** 2025-09-26	
Fecha de recepción de la muestra: 2025-09-26	**Fecha de finalización de análisis:** 2025-10-07	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA[1]	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	pH a 25°C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	----	5,69
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,11
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Nitrógeno (N)*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,11
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Fósforo (P)*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	25,6
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Potasio (K)*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,19
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Calcio (Ca)*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,58
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Magnesio (Mg)*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,27
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Hierro (Fe)*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	224,9
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Manganeso (Mn)*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	3,93
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Cobre (Cu)*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,34
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Zinc (Zn)*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	2,99

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
[1] Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA[1]	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	8
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	28
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	64
016-25-03080	CJ-001-2025-AC	Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Arcilloso

Analizado por: Paulina Llive, Paola Morocho, Edison Vega, Cristofer Sánchez.

Observaciones:

- Informe revisado por: Ing. Paola Morocho
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.
- Evaluación físicoquímica para proyecto de investigación

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	<0,15	<10,0	<0,20	<1,0	<0,33	<20,0	<5,0	<1,0	<3,0
MEDIO	1,0 - 2,0	0,15 - 0,30	10,0 - 20,0	0,20 - 0,38	1,0 - 3,0	0,33 - 0,66	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 4,0	3,0 - 7,0
ALTO	>2,0	>0,30	>20,0	>0,38	>3,0	>0,66	>40,0	>15,0	>4,0	>7,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA

	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 – 6,5	> 6,5 – 7,5	> 7,5 – 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP. 2002

Firmado electrónicamente por:
MOROCHO PAOLA FERNANDA
1715933261

Ing. Paola Morocho
Analista de Suelos, Foliares y Aguas 3
Responsable Técnico
Laboratorio Suelos, Foliares y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
[1] Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LRN-SFA-17-25-02515
Fecha emisión Informe: 2025-10-08

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante[1]: CUNALATA MONTAGUANO JESSICA PAOLA

Dirección[1]: PELILEO GRANDE

Teléfono[1]: (00) 000-0000
Correo Electrónico[1]: jessypao15@hotmail.com

Provincia[1]: Tungurahua **Cantón[1]:** Pelileo

N° Orden de Trabajo: OT-LRN-SFA-17-25-00412
N° Factura/Documento: 034-001-000254209

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra[1]: Suelo	**Conservación de la muestra:** Lugar fresco y seco	
Cultivo[1]: VAINITA		
Provincia[1]: Tungurahua	**Coordenadas[1]:**	**X:** ---
Cantón[1]: Cevallos		**Y:** ---
Parroquia[1]: Cevallos		**Altitud:** ---
Muestreado por[1]: CUNALATA MONTAGUANO JESSICA PAOLA		
Fecha de muestreo[1]: 2025-09-19	**Fecha de inicio de análisis:** 2025-09-26	
Fecha de recepción de la muestra: 2025-09-26	**Fecha de finalización de análisis:** 2025-10-07	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA[1]	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	pH a 25°C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	----	7,49
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,11
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Nitrógeno (N)*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,11
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Fósforo (P)*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	8,8
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Potasio (K)*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,34
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Calcio (Ca)*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	4,40
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Magnesio (Mg)*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,74
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Hierro (Fe)*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	<15,0
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Manganeso (Mn)*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	<0,40
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Cobre (Cu)*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,90
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Zinc (Zn)*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,05

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
[1] Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA[1]	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	68
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	26
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	6
016-25-03081	CJ-002-2025-AR	Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Arenoso

Analizado por: Paulina Llive, Paola Morocho, Edison Vega, Cristofer Sánchez.

Observaciones:

- Informe revisado por: Ing. Paola Morocho
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.
- Evaluación físicoquímica para proyecto de investigación

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	<0,15	<10,0	<0,20	<1,0	<0,33	<20,0	<5,0	<1,0	<3,0
MEDIO	1,0 - 2,0	0,15 - 0,30	10,0 - 20,0	0,20 - 0,38	1,0 - 3,0	0,33 - 0,66	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 4,0	3,0 - 7,0
ALTO	>2,0	>0,30	>20,0	>0,38	>3,0	>0,66	>40,0	>15,0	>4,0	>7,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA

	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 – 6,5	> 6,5 – 7,5	> 7,5 – 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP. 2002

Firmado electrónicamente por:
MOROCHO PAOLA FERNANDA
1715933261

Ing. Paola Morocho
Analista de Suelos, Foliares y Aguas 3
Responsable Técnico
Laboratorio Suelos, Foliares y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
[1] Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.