

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: "Evaluación de la aplicación de abonos orgánicos en combinación con microorganismos eficientes en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC".

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Andrango Alba Marco Elías

TUTOR: Ing. Herrera Ramirez Carlos David, MSc.

Tulcán, 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Andrango Alba Marco Elias con el número de cédula 1756235170 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la aplicación de los abonos orgánicos en combinación con EMAS en el cultivo del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) En el Centro Experimental San Francisco - UPEC"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Herrera Ramírez Carlos David, Msc

TUTOR

Tulcán, julio de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Andrango Alba Marco Elias con cédula de identidad número 1756235170 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Andrango Alba Marco Elias

AUTOR

Tulcán, julio de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Andrango Alba Marco Elia de claro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la aplicación de los abonos orgánicos en combinación con EMAS en el cultivo del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) En el Centro Experimental San Francisco - UPEC" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink that reads "Elias Alba". The signature is stylized and written over a horizontal line.

Andrango Alba Marco Elias

AUTOR

Tulcán, julio de 2025

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero dar gracias a dios por darme la vida y la salud, por ser fuente de sabiduría, fortaleza y de guía en cada una de las estepas de mi formación académico y por brindarme la perseverancia necesaria para alcanzar este sueño anhelado.

A mi madre, Blanca Alba ejemplo de amor, sacrificio y lucha constante de enseñarme a no rendirme, gracias por depositar en mí la semilla de fe y esperanza que me dieron la fuerza necesaria para llegar hasta aquí.

A mis hermanos, por ser el pilar fundaméntela de este gran sueño gracias por su amor infinito, por hacerme reír y escucharme llorar cuando más lo necesitaba por estar siempre presentes con su amor, compañía, cada gesto de apoyo me dieron las fueras para seguir adelante y no defraudarles. Este logo también les pertenece.

Quiero expresar también mi gratitud a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a su distinguido cuerpo docente por brindarme los conocimientos necesarios para crecer tanto profesional como personalmente.

Un agradecimiento especial a mi tutor, Ing. Paul Ortiz por su tiempo, paciencia y los valiosos conocimientos que impartió en mí para poder lograr la elaboración de este trabajo. Su experiencia sus consejos y palabras de aliento dejaron en mí una huella de aprendizaje.

A todos y cada uno de ustedes, gracias por ser parte esencial de este sueño anhelado.

Andrango Alba Marco Elias

DEDICATORIA

Al finalizar una meta más en mi vida dedico este trabajo con todo mi corazón a mis queridos Papitos Elias Alba y Francisca Lechon, quienes, aunque ya no se encuentran físicamente viven en cada uno de mis recuerdos. Su amor incondicional y sus enseñanzas de humildad y trabajo honesto marcaron en mi vida. En momentos de angustia y desesperación sentía su presencia alentándome, como si del cielo susurraran que no me dé por vencido y siga adelante.

A mi querido tío Milton Alba, quien partió demasiado pronto, su ausencia me duele profundamente pero su recuerdo permanece en mi gracia por su cariño infinito y palabras de aliento que me brindaba sin saber cuándo más lo necesitaba este trabajo te lo dedico a ti como un pequeño homenaje a tu vida y a lo importante que fuiste en la mía.

A mis queridos sobrinos Iker Lechon, Maikel Alba y Sheccid Alba, quienes son fuente de inspiración pequeñas luces de que iluminan mis días con su alegría e inocencia ustedes son mi motivación dedico este trabajo como símbolo de que todo lo que se lo propone se logra con esfuerzo y dedicación quiero que vean en mí ejemplo de lucha constante que sin importar las adversidades se puede logra cada meta que se proponga en la vida.

Andrango Alba Marco Elias

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
I. EL PROBLEMA.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1 Cultivo de frejol	20
2.2.1.1 Origen del cultivo de frejol.....	20
2.2.1.2 Clasificación taxonómica	21
2.2.1.3 Morfología del frejol.....	21
2.2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos del frejol	22
2.2.1.5 Manejo del cultivo	23
2.2.1.6 Siembra	23
2.2.1.7 Riego	23
2.2.1.8 Fertilización	24
2.2.1.9 Control de malezas.....	24
2.2.1.10 Cosecha	24
2.2.2 Abonos orgánicos.....	26

2.2.3 microorganismos eficientes EMAS	32
III. METODOLOGÍA	36
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	36
3.1.1. Enfoque	36
3.1.2. Tipo de Investigación.....	36
3.2. HIPÓTESIS	36
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	37
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	39
3.4.1. Localización del experimento	39
3.4.2. Características del diseño experimental	39
3.4.3. Distribución y características del experimento	40
3.4.4. Población y muestra de la investigación	40
3.4.5. Tratamientos	41
3.4.6. Variables evaluadas	41
3.4.7. Procedimientos	42
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. RESULTADOS	45
4.1.1. Porcentaje de germinación de la planta a los 30 días post-siembra	45
4.1.2. Altura de planta (cm) a los días 30,60 y 90 días después de la siembra	46
4.1.3. Número de flores a los 90, 115 y 135 días.....	48
4.1.4. Numero de vainas a los 115, 135 y 150 días	50
4.1.5. Rendimiento de frutos (vainas en estado de cosecha en verde) en el cultivo del frejol.....	52
4.1.6. Longitud de las vainas por planta.....	54
4.1.8. Relación costo beneficio	57
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. CONCLUSIONES	59

5.2. RECOMENDACIONES	59
VII. ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del frejol.....	21
Tabla 2. Valor nutritivo del frejol.....	25
Tabla 3. Nutrientes del humus de lombriz.....	28
Tabla 4. Contenido nutricional de la Gallinaza.....	31
Tabla 5. Operacionalización de variables.....	37
Tabla 6. Descripción y características del experimento.....	40
Tabla 7. Descripción de los tratamientos.....	41
Tabla 8. Análisis estadístico.....	44
Tabla 9. Prueba de Shapiro-wilks para la variable porcentaje de germinación.....	45
Tabla 10. Germinación de la planta a los 30 días pos-siembra.....	45
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de germinación de las plantas a los 30 días post siembra.....	46
Tabla 12. Prueba de Shapiro-wilks para la variable altura de la planta a los días 30,60 y 90 días después de la siembra.....	47
Tabla 13. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.....	47
Tabla 14. Prueba de Shapiro-wilks para la variable número de flores a los 90, 115 y 135 días.....	48
Tabla 15. Análisis de varianza para la floración en el cultivo del frejol bajo el efecto de los abonos orgánicos.....	49
Tabla 16. Prueba de tukey al 5% para número de flores por planta a los 90, 115 y 135 días.....	49
Tabla 17. Prueba de Shapiro Wilks para número de vainas a los 115, 135 y 150 días.....	50
Tabla 18. Análisis de varianza para fructificación número de vainas por planta.....	51
Tabla 19. Prueba de tukey al 5% para número de vainas por planta a los 115, 135 y 150 días.....	51
Tabla 20. Prueba de Shapiro Wilks para el rendimiento de frutos.....	52
Tabla 21. Análisis de varianza para el rendimiento de frutos en el cultivo del frejol.....	53

Tabla 22. Prueba de tukey al 5% para el rendimiento de las vainas por planta.	53
Tabla 23. Prueba de Shapiro Wilks para longitud de las vainas por planta.	54
Tabla 24. Longitud de la vaina por planta.	54
Tabla 25. Prueba de tukey al 5% para largo de las diez vainas al azar por sitio.	55
Tabla 26. Prueba de Shapiro Wilks para el Número de granos en vainas por planta.	56
Tabla 27. Número de granos en vainas por planta.	56
Tabla 28. Relación costo beneficio (kg /Ha) de cada tratamiento con un precio de \$ 15 el saco.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del centro experimental "San Francisco- UPEC"	39
Figura 2. Tratamientos propuestos de un diseño completamente al azar a campo abierto.	40
Figura 3. Unidad experimental y parcela neta a evaluar	40
Figura 4. Preparación del terreno	67
Figura 5. Siembra	67
Figura 6. Desyerbe y fertilización	67
Figura 7. Tutorado y fertilización	68
Figura 8. Cosecha y pesado de frejol	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	64
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	65
Anexo 3. Proceso experimental	67
Anexo 4. Análisis de suelo del sitio del experimento	69
Anexo 5. Costos de producción por Ha del cultivo del frejol	70
Anexo 6. Tabal de relación costo beneficio del cultivo del frejol	70

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la aplicación de abonos orgánicos en combinación con microorganismos eficientes en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Centro Experimental San Francisco – UPEC, el cual está ubicado en el cantón Huaca, provincia del Carchi. Para ello se implementó un experimento con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), En el cual se implementaron 7 tratamiento con 4 repeticiones: T1 (gallinaza), T2 (bocashi), T3 (Humus de lombriz), T4 (humus de lombriz + EMAS), T5 (Gallinaza + EMAS) T6 (bocashi +EMAS), T7 (quimico10-30-10), cada unidad experimental tubo un área de 12 m² (3m x 4m), dándonos un total de 28 unidades experimentales, en donde se evaluaron 12 plantas centrales siendo estas destinadas para la recolección de datos. Se evaluaron las variables como: germinación de las plantas, altura, numero de vainas, numero de flores, rendimiento de las plantas, longitud de las vainas, numero de granos por vainas y relación costo-beneficio por cada uno de los tratamientos. Se realizó un análisis estadístico con el programa de versión libre infoStat, utilizando un análisis de varianza ANOVA y la prueba estadística de tukey al 5%. El mejor comportamiento agronómico corresponde al tratamiento T1 (gallinaza), con un promedio de germinación de 90.38 % de semillas geminadas, para el numero de vainas el mejor tratamiento es el T1 con una media de 52.29 vainas, T1 (gallinaza) con un promedio de 1.0251kg por planta evaluada, longitud de las vainas el cual demuestra que el tratamiento T1 es el mejor con una media de 10.16 cm de largo por cada vaina. Además, en la relación costo-beneficio el T1 (gallinaza) genero un índice \$1.30. Los resultados obtenidos mediante esta investigación afirman que el uso de abonos orgánicos mejora el rendimiento y reduce los costos de producción.

Palabras Claves: Cultivo de frejol, Abonos orgánicos, microorganismos eficientes, producción, rendimiento.

ABSTRACT

The present research work aims to evaluate the application of organic fertilizers in combination with efficient microorganisms in the cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at the San Francisco Experimental Center (UPEC), located in the Huaca canton of the Carchi province. A completely randomized block design (CRBD) experiment was implemented. Seven treatments were administered with four replicates: T1 (chicken manure), T2 (bocashi), T3 (worm humus), T4 (worm humus + EMAS), T5 (chicken manure + EMAS), T6 (bocashi + EMAS) and T7 (chemical 10-30-10). Each experimental unit had an area of 12 m² (3 m x 4 m), giving a total of 28 experimental units. Central plants of T2 were evaluated, which were used for data collection. The following variables were evaluated: plant germination, height, number of pods, number of flowers, plant yield, pod length, number of grains per pod, and cost-benefit ratio for each treatment. Statistical analysis was performed using the open-source program InfoStat, using ANOVA and the 5% Turkey test. The best agronomic performance corresponded to treatment T1 (chicken manure), with an average germination rate of 90.38%. Regarding the number of pods, the best treatment was T1, with an average of 52.29 pods; T1 (chicken manure) with an average of 1.0251kg plant evaluated; and regarding pod length, the best treatment was T1, with an average of 10.16 cm per pod. Additionally, in terms of the cost-benefit ratio, T1 (chicken manure) generated an index of \$1.30. The results of this research confirm that the use of organic fertilizers improves yield and reduces production costs.

Keywords: Bean cultivation, Organic fertilizers, efficient microorganisms, production, yield.

INTRODUCCIÓN

El frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes a nivel global, por su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Este cultivo se ha consolidado en diversas regiones del planeta, especialmente América Latina. Esto se debe a su fácil adaptación a las distintas condiciones climáticas y suelos (FAO, 2023). Según las estadísticas de la FAO, a nivel mundial existen aproximadamente 26 millones de hectáreas destinadas para el cultivo y producción del frejol, lo que afirma la importancia dentro de la soberanía alimentaria a nivel global (FAO, 2022).

En Ecuador, este cultivo no solo es esencial para la alimentación, sino que también representa una fuente de ingresos para las pequeñas familias rurales que se dedican al cultivo del frejol. Provincias como Manabí, Tungurahua e Imbabura se destacan por su producción, lo que resalta la necesidad de adoptar prácticas agrícolas sostenibles que mejoren el rendimiento y protejan el medio ambiente (Mendoza et al., 2023). El rendimiento del cultivo del frejol está influenciado por varios factores, como la fertilización y el manejo adecuado de los suelos, ya que estos factores inciden directamente en las necesidades de nutrientes esenciales para maximizar el potencial de producción y calidad del grano (Mendoza et al., 2023). Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes químicos ha llevado a la degradación de los suelos y la disminución de la diversidad microbiana, afectando negativamente la salud de los ecosistemas agrícolas e incrementando los costos de producción (Gonzales et al., 2022).

Ante esta problemática, los abonos orgánicos, como la gallinaza, bocashi y humus de lombriz, en combinación con los microorganismos eficientes, han sido considerados como una alternativa efectiva que permite erradicar la degradación del suelo y mejorar su fertilidad. Estos fertilizantes suministran elementos nutritivos, optimizan la composición del suelo y estimulan la función de los microorganismos, lo cual favorece un crecimiento robusto en las plantas cultivadas (Ramírez et al., 2023).

Por ello, esta investigación tiene como objetivo evaluar la efectividad de los abonos orgánicos en combinación con los microorganismos eficientes sobre el desarrollo morfológico del frejol, buscando alternativas que no solo aumenten el rendimiento

del cultivo y disminuyan los costos de producción, sino que también promuevan la sostenibilidad edáfica y la salud del ecosistema agrícola.

Este estudio pretende contribuir a un manejo más sostenible del cultivo del frejol, beneficiando tanto a los agricultores como al medio ambiente.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador genera gran interés en los productores porque forma parte importante dentro de la seguridad alimentaria y nutricional de la población. Sin embargo, este cultivo ha venido sufriendo disminución en sus niveles de rendimiento debido a diferentes factores que han reducido su producción, tanto así que podemos indicar cómo el uso intensivo de insumos agrícolas sintéticos, como los fertilizantes y pesticidas, ha generado un deterioro del medio ambiente y una reducción en la capacidad productiva de los suelos. Según estudios previos, estos insumos han provocado la degradación y contaminación de los suelos, afectando negativamente la biodiversidad y la salud de los ecosistemas (Echeverría et al., 2020).

La producción actual del frejol depende de grandes cantidades de estos insumos químicos, lo que inicialmente mejora el rendimiento, pero a largo plazo se vuelve insostenible debido al manejo inadecuado de los fertilizantes. Esto ha generado una dependencia de los mismos para mantener la productividad. Por otra parte, la falta de prácticas de manejo sostenible del suelo ha llevado a un empobrecimiento del suelo, obligando a los productores a recurrir a dosis cada vez más altas de fertilizantes. Testimonios de los agricultores de la provincia de Manabí destacan que, sin el uso de fertilizantes sintéticos, no podrían obtener rendimientos satisfactorios (Soto y Palacios, 2020).

Además, en el año 2021, mediante un análisis realizado sobre la situación de los precios de los fertilizantes, se indica que estos tuvieron un aumento significativo debido a la alta demanda, lo que generó una escasez que afectó gravemente a los pequeños productores. Se promedia que los precios de los fertilizantes se elevaron paulatinamente hasta un 76 %, poniendo en riesgo la sostenibilidad económica de los productores del cultivo de frejol (Romina, 2021).

Por otro lado, la cosecha de frejol no sólo depende de insumos sintéticos, sino también del manejo adecuado de los residuos generados durante su producción. Actualmente, se generan toneladas de residuos vegetales que, si no se gestionan adecuadamente, pueden contribuir a la contaminación del entorno. Estos residuos, al ser desechados inapropiadamente, aumentan la contaminación y degradación del ambiente (Benavides, 2021).

Estos factores demuestran un grave problema en el cultivo de frejol en Ecuador: la gran necesidad de conservar y mantener la producción agrícola y, a la vez, cuidar el ambiente y la salud de los agricultores y consumidores. Por ello, la presente investigación tiene como finalidad buscar diferentes alternativas de manejo de recursos orgánicos residuales y microorganismos para promover un mejor uso del suelo y conservación del ambiente, preservando de esta manera la salud de los seres humanos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El uso de fertilizantes químicos implica una inversión alta y genera consecuencias ambientales perjudiciales, como la contaminación del suelo y el medio ambiente, lo que hace peligroso tanto para quienes lo utilizan como para aquellos que consumen los productos tratados.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de frejol en Ecuador es fundamental para muchos agricultores, especialmente de las zonas rurales, los cuales se dedican a la producción del mismo, ya que, de esta manera, contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria y a la economía local. Se cultiva en los valles de Carchi e Imbabura. En el ciclo 2020/21, la producción de frejol alcanza los 4.6 millones de quintales, con 2.55 millones destinados al consumo nacional y 2.07 exportados. De esta manera, se logra generar ingresos aproximados de 109.7 millones de dólares (Alemán y Calero, 2021).

Es crucial optar por nuevas estrategias innovadoras en el sector agrícola que aumenten la producción y optimicen los costos de inversión, y al mismo tiempo, promover la restauración del ecosistema mediante la conservación de la biodiversidad microbiana del suelo (Barchu, 2020).

Es por ello que se toma como opción utilizar abonos orgánicos en combinación con microorganismos eficientes, ya que son una alternativa sostenible y económica para

aumentar la fertilidad y productividad de los cultivos. De esta manera, se logra disminuir la dependencia de fertilizantes químicos y promover una agricultura más saludable con el ambiente (Campos y Sellan, 2022).

Asimismo, esta práctica contribuye al control natural de las diferentes plagas y enfermedades, y disminuye la necesidad de aplicar pesticidas químicos. Gracias a los avances en las investigaciones realizadas, se puede dar a conocer a los agricultores sobre alternativas agrícolas orgánicas que mejoran la producción y disminuyen los costos de producción, las cuales no solo promueven prácticas más seguras para la salud humana, sino que también ayudan a incrementar los ingresos económicos, lo que mejora la calidad de vida de los productores y el desarrollo de una agricultura más sostenible (Campos y Sellan, 2022).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación de abonos orgánicos en combinación con microorganismos eficientes en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC".

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar el desarrollo morfológico del cultivo de fréjol con la aplicación de abonos orgánicos (gallinaza, humus de lombriz y bocashi) en combinación con microorganismos eficientes.
- Determinar cuál de los tratamientos en estudio es el que produce el mayor rendimiento en el cultivo de fréjol.
- Realizar un análisis de rentabilidad económico de los tratamientos en estudio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo los abonos orgánicos (gallinaza, humos de lombriz y bocashi) más microorganismos eficientes influyen en el desarrollo agronómico del cultivo del frejol?
- ¿Determinar qué tratamiento del cultivo del frejol influye positivamente sobre productividad y la sostenibilidad agrícola?
- ¿Qué tratamiento incrementa la rentabilidad económica en el cultivo de frejol

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Como marco referencial de la presente investigación, se exponen investigaciones previas sobre la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*), permitiendo respaldar los resultados de este estudio. Por lo tanto, a continuación, se muestran los siguientes antecedentes investigativos:

La investigación de Espinosa et al. (2023), denominada Respuesta agronómica del frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) mediante la aplicación de abonos orgánicos y la aplicación de EMAS, tuvo como propósito evaluar la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de frejol. Para ello, se llevó a cabo un diseño experimental DBCA, en donde se aplicaron 5 tratamientos y 5 repeticiones que permitieron la identificación de la incidencia en el cultivo de frejol. Los principales hallazgos de esta investigación muestran que la germinación alcanzó sobre el 94 %; con respecto a la altura de la planta, se identificó que a los 45 días el T4 (gallinaza) fue el tratamiento con mayor efectividad, con un promedio de 32.40 centímetros; con respecto a la cantidad de vainas, se identificó que fue de 6.15; en relación a la cosecha, el T4 mostró ser mayormente eficiente, al igual que el peso de la planta, que fue mayormente efectivo con un promedio de 18.94 gramos. En relación al rendimiento por parcela, se pudo identificar que el T4 fue efectivo con un rendimiento de 82 kilogramos por cada hectárea, obteniendo como conclusión que el T4 fue mayormente efectivo sobre las variables estudiadas.

Según Menacé et al. (2023), en su investigación Evaluación de aplicación y rendimiento de abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo y producción de frejol, el objetivo de esta investigación fue analizar la aplicación de abonos orgánicos y la capacidad de producir vainas y semillas. Para ello, se realizó un diseño experimental de BCA. Por tal motivo, los tratamientos utilizados en esta investigación fueron T1 (compost), T2 (humus), T3 (bocashi) y T4 (control). Además, es importante mencionar que se utilizó un diagnóstico de varianza mediante la prueba de Tukey, en donde se pudo evaluar la altura de la planta, carga de las vainas, número de vainas, cantidad

de semillas por cada vaina y el rendimiento de los cultivos. En este contexto, los resultados de esta investigación muestran que el abono bocashi mantiene una mayor efectividad sobre las variables de estudio, en donde los resultados obtenidos demuestran que en la altura de la planta existió un promedio de 81.18 cm; en relación a la altura de la carga de las vainas fue de 13.18 cm; además, se obtuvo un total de 77 vainas por cada planta, obteniendo un rendimiento medio de 1828.8 kilogramos por cada hectárea; y, finalmente, en el análisis costo-beneficio se obtuvo un total de ganancias de 0.58 centavos por cada dólar invertido.

Luna et al. (2023) realizaron una investigación denominada Evaluación de varios componentes sobre el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) con diferentes tratamientos sobre la fertilización orgánica: micorrizas (T1), humus de lombriz (T2), gallinaza (T3) y algas marinas (T4). Para realizar estos tratamientos se empleó un diseño experimental mediante 4 repeticiones. Con respecto a las variables estudiadas, fueron los granos de las vainas, peso de las semillas y la cantidad de vainas por planta. Para ello, se realizó un análisis de varianza. Desde esta perspectiva, los principales hallazgos de esta investigación muestran que no existen diferencias significativas sobre los tratamientos utilizados. La prueba DMS reveló que las micorrizas y la gallinaza destacaron como los fertilizantes más efectivos, siendo los principales tratamientos con mayor efectividad en todas las variables. Especialmente, se pudo identificar que el humus de lombriz contribuye sobre la cantidad de vainas, debido a que se obtuvo un promedio de 46 por cada planta. En relación al rendimiento del grano, se obtuvo un total de 52.3 gramos por cada metro cuadrado.

Román (2019) evaluó el efecto de cuatro abonos orgánicos (humus de lombriz, gallinaza, estiércol de cuy y estiércol de ganado vacuno) y realizó un estudio denominado El rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). La metodología de esta investigación fue cuantitativa, de tipo descriptiva y de campo, bajo un diseño por bloques al azar mediante un arreglo factorial. Por tal motivo, en este estudio, los tratamientos mostraron diferencias significativas sobre la mayoría de los tratamientos aplicados. En este sentido, los resultados de esta investigación muestran que, en la variedad de frijol blanco, se obtuvo un mayor rendimiento con un total de 2470.6 kilogramos por cada hectárea. En relación a los abonos orgánicos, se determinó que mediante la aplicación del humus de lombriz se presentó un mejor rendimiento, con 2235.7 kilogramos por cada hectárea. En relación al análisis de la rentabilidad

económica, se obtuvo que para el abono se identificó una mayor rentabilidad en el testigo.

El estudio de Seraquive (2018) se centró en evaluar la influencia de fertilizantes orgánicos en el desempeño del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), llevado a cabo en la provincia de Loja. Se empleó una metodología de diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas de 3x3 metros. Se implementaron cinco estrategias de manejo: control (T1), humus de lombriz (T2), compost (T3), bocashi (T4) y gallinaza (T5). Las mediciones consideradas abarcaron la época de floración, la estatura de las plantas, la cuenta de vainas, el número de granos por unidad de superficie, la producción total y la ganancia económica por hectárea. Los datos de floración revelaron que la gallinaza (T4) fue el tratamiento más eficiente, con una floración registrada a los 34.4 días. En lo que respecta a la altura de las plantas, el tratamiento T1 (humus de lombriz) alcanzó el promedio más alto, con 35.3 centímetros. Además, para la cantidad de vainas por planta, el compost (T2) fue el más sobresaliente, con 11.6 unidades, mientras que el T1 (humus de lombriz) también exhibió los mejores valores en la cantidad de granos por vaina. Concluyendo, en el rendimiento y la productividad, el tratamiento T1 (humus de lombriz) generó un total de 701.8 kilogramos por hectárea.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de frejol

Según el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), citado por Martines y Calero (2022):

"El frijol es una planta anual, herbácea, con un patrón de crecimiento definido o indeterminado, con tallos delgados que pueden ser erectos o trepadores. Sus hojas son trifoliadas, con flores generalmente blancas o moradas, y frutos en forma de vainas alargadas que contienen varias semillas. Estas semillas son fuente importante de proteínas, fibra, minerales como hierro y zinc, y vitaminas del complejo B. bueno para la alimentación" (p. 4)

2.2.1.1 Origen del cultivo de frejol

El origen del frejol data sobre Centro América y el sur de México, puesto que este producto era cultivado desde la antigüedad. Por esta razón, se lo pueden encontrar en Sudamérica de manera espontánea; cabe mencionar que a Europa este

producto fue llevado posterior al descubrimiento en el continente americano, en donde su cultivo y obtuvo mayor importancia sobre su crecimiento en relación a las diferentes necesidades de su adaptación (Rodríguez y Sánchez, 2021).

Desde esta perspectiva, según estudios, se ha identificado que el frejol era cultivado en las Américas hace 8000 años, convirtiéndose en una principal especie que radica sobre la dieta básica de los indígenas. También es importante mencionar que el frejol, desde sus inicios, ha sido establecido a diferentes partes del mundo, siendo su origen en América, hasta la actualidad, que se ha identificado alrededor de 150 especies, de ellos cerca del 60% se encuentran en América, mediante una variedad extensas en colores y tamaños (Guamán et al., 2020).

2.2.1.2 Clasificación taxonómica

El frejol *Phaseolus vulgaris* L. Es una leguminosa que se encuentra dentro del reino *plantae*. Se cultivada en casi todo el mundo por su importancia dentro de la alimentación humana. En la siguiente tabla se describe su clasificación taxonómica.

Tabla 1. Taxonomía del frejol

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Magnoliophyta
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboidea
Orden	Fabales
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Género	Phaseolus
Especie	P.vulgaris

Fuente: (Manassero y Vazquez, 2019)

2.2.1.3 Morfología del frejol

- Raíz: Esta leguminosa adquiere una raíz principal, caracterizándose por poseer varias raicillas laterales, en donde se han desarrollado en relación a su formación. También existen raíces que son consideradas adventicias, estas brotan sobre la parte inferior del hipocótilo (Vinces, 2020).
- Tallo: Con respecto al tallo, se lo puede identificar por su eje que se encuentra en el centro de la planta, debido que se encuentra constituido por varios nudos e incluso entrenudos. De hecho, suele originarse sobre el meristemo apical sobre el embrión con respecto a las semillas (Vinces, 2020).
- Hojas: En relación a las hojas, se han considerado como compuestas simples, "las cuales se encuentran insertadas sobre los nódulos de las ramas y el tallo. En estos

nudos siempre existe la presencia de estipulas que adquieren un carácter de suma importancia conforme a la sistemática de estas especies (Vinces, 2020).

- Flores: Las flores del frejol se han definido como papilionáceas sobre el proceso de formación, en donde se han identificado la existencia de dos estados, es decir, la flor completa abierta y el botón floral. Además, es importante reconocer que las flores adquieren un cáliz tubular sobre su base, en donde se han identificado hacia arriba entre 3 a 5 dientes. Cabe mencionar que, en la parte superior, es decir, la corola se constituye una quilla, esto mediante el ápice arrollado que mantiene una forma espiral. También existe la presencia de dos pétalos laterales y a las superiores, en este sentido, los colores de los 9 pétalos que contiene la flor es varado, es decir, suele ser morado o blanco. Esto cambia a medida que va creciendo la flor, además de las condiciones ambientales que se presenten (Vinces, 2020).
- Frutos: En relación al fruto del frejol es considerado como una vaina que mantiene dos valvas. Estos suelen provenir sobre el ovario que se encuentra comprimido, esto debido que el fruto se ha considerado como una vaina, por su clasificación en una leguminosa (Vinces, 2020).
- Semillas: Finalmente, la semilla del frejol es considerada como exalbuminosa; esto debido que no mantienen un albumen. En este sentido, las reservas nutritivas suelen mantener su concentración sobre los cotiledones (Vinces, 2020).

2.2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos del frejol

El cultivo de frejol requiere de suelos fértiles, francos y sueltos; además, se requiere permeables y un drenaje efectivo. Por tal motivo, es importante considerar que el frejol es sensible sobre la presencia de encharcamientos; de hecho, las plantas no toleran los suelos arenosos y calcáreos, también no conviene los suelos arcillosos, puesto que deben mantener un contenido alto de materia orgánica, en donde existen bastante material en proceso de descomposición. Por lo tanto, requiere de un clima apto para su desarrollo (Alemán y Calero, 2021).

El pH óptimo para su cultivo debe oscilar sobre los 4,6 a 6,8; también es susceptible a heladas, puesto que no suele resistir a las temperaturas que son inferiores o están por debajo de los -2 °C. En relación al rango de temperatura óptima, debe establecerse sobre los 13 a 26 °C, en dependencia de la variedad que es cultivada; además, su desarrollo efectivo suele realizarse sobre las zonas que mantienen una altitud de 800 a 2000 m.s.n.m., especialmente de los 2000 hasta los 2500 m.s.n.m., que es una altitud

óptima para su cultivo, adaptarse a gran parte de las condiciones ecológicas (Alemán y Calero, 2021).

Desde esta perspectiva, el frejol comúnmente no suele resistir a temperaturas bajas, debido que para su germinación debe estar a una temperatura de 2 °C como mínimo. Mientras tanto, debe tener una temperatura máxima de 18 °C para florecer y madurar; cabe mencionar que, cuando la temperatura desciende menos de los 2 °C, la planta puede permanecer, a veces tolera el calor y la temperatura con humedad. Los vientos suelen ocasionar bastante daño en las plantas y limitan su desarrollo eficiente (Maqueira et al., 2021).

2.2.1.5 Manejo del cultivo

Cabe mencionar que, para el manejo del cultivo de frejol, debe existir un terreno que sea mullido; además, debe ser aireado e incorporar un abono sobre el fondo del surco, en donde se debe establecer un diagnóstico sobre la situación del suelo.

2.2.1.6 Siembra

Con respecto a la siembra, debe existir una distancia óptima; para ello, suele comprenderse sobre los 0,5 metros, esto cuando son variedades pequeñas. Mientras tanto, cuando son variedades grandes, debe estar comprendido sobre los 0,7 a 0,8 metros, con una cantidad de 3 a 5 semillas por cada golpe. En este sentido, las épocas de siembra que son recomendadas para el cultivo de frejol se realizan especialmente sobre el mes de marzo, hasta los primeros días de mayo, siendo un periodo adecuado para su cultivo (Carrodegua et al., 2021).

2.2.1.7 Riego

Con respecto al riego, suele ser muy exigente, especialmente en el volumen y frecuencia, además del momento oportuno para realizarlo; puesto que depende de un estado fenológico, además de ambientes que pueden ser factores oportunos como las condiciones climáticas, tipos de suelo, calidad del riego y agua, entre otros. Para ello, es necesario realizar el riego desde los dos hasta cuatro días previos al proceso de siembra, puesto que es necesario facilitar la germinación y la siembra. Posterior a la siembra, el primer riego puede realizarse luego de la nacencia de las plantas (Carrodegua et al., 2021).

2.2.1.8 Fertilización

Cabe destacar que la fertilización del frejol mantiene relación con el potasio y el fósforo, permitiendo de esta manera lograr altas cantidades en comparación con el caso de los cereales. Por tal motivo, el abono suele establecer y aportar 80 kilogramos por cada hectárea; esto suele ser acompañado con abonos que se integran de nitrógeno sobre el arranque, que oscila entre los 15 a 20 kilogramos por cada hectárea en relación al terreno del cultivo. Además, debe realizarse la aplicación de cal; de hecho, no convienen los abonos orgánicos que se encuentran frescos (Carrodegua et al., 2021).

2.2.1.9 Control de malezas

En relación al control de malezas, en cualquier cultivo del frejol es necesario establecer cultivos competitivos que sean capaces de mantener un crecimiento adecuado, duradero y temprano. Además, es necesario producir abundante follaje. No obstante, cuando el cultivo carece o se encuentra limitado de estas características, es necesario reducir la distancia entre las plantas, entre las hileras, y de esta manera incrementar la competencia contra las malezas (Carrodegua et al., 2021).

2.2.1.10 Cosecha

Finalmente, la cosecha del frejol es aconsejable realizarla cuando las hojas están en el proceso de madurez, es decir, cuando se han caído al suelo. Para ello, es importante destacar que las vainas mantienen un color amarillo, además de un estado seco de los granos. El contenido de humedad debe encontrarse entre el 15 al 20 %, en donde se procede a trillar, esto ya sea mediante golpes o la utilización de objetos sobre el estado natural en los suelos (Carrodegua et al., 2021).

2.2.1.11 Necesidades nutricionales

Por su parte, según Bedoya y Maldonado (2022), afirman que “las necesidades nutricionales del frijol mantienen altas cantidades de calcio, potasio y nitrógeno, además de menores cantidades de sodio, magnesio y fósforo”. En este contexto, el frijol, al pertenecer a la familia de las leguminosas debido a que se han considerado como una fuente de proteínas no contiene grandes cantidades de aminoácidos azufrados; sin embargo, son ricas en lisina. En este sentido, en la siguiente tabla se exhiben las propiedades nutritivas del frejol:

Tabla 2. Valor nutritivo del frejol

Cantidad por 100 gramos	
Grasas totales	1,2 gramos
Calorías	347
Sodio	12 mg
Carbohidratos	62 gramos
Potasio	1,393 mg
Vitamina C	6.3 mg
Hierro	5.1 mg
Magnesio	176 mg
Vitamina B6	0.5 mg
Calcio	113 mg

Fuente: (Bedoya y Maldonado, 2022)

2.2.1.12 Plagas y enfermedades

Es importante mencionar que en el cultivo de frejol se han identificado la existencia de varias plagas y enfermedades que han traído consigo eventos adversos como la reducción de la rentabilidad y la deficiente productividad

- **Plagas**

Gallina ciega (*Phyllophaga spp*): Es considerada como una plaga que se encuentra en los suelos y usualmente suele atacar a los cultivos del frejol, e incluso a otras especies de cultivos (Morales, 2020).

Minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis Blanchard*): Cabe destacar que las larvas suelen perforar las hojas, siendo su principal acción, eso ha ocasionado un retraso sobre el crecimiento de las plantas (Morales, 2020).

Conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*): Es un insecto que se caracteriza por ser ovalado, que mantiene 8 manchas negras y se ubican sobre las alas (Morales, 2020).

Enfermedades

Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*): Es considerada una enfermedad que suele ser común, especialmente sobre la temporada de invierno (Escalante et al., 2023).

Pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*): Es considerada como una enfermedad común sobre las temporadas de invierno que suele presentar un aspecto de pudrición en las plantas (Escalante et al., 2023).

Marchites (*Verticillium*): Esta enfermedad se presentan por presentar marchitez en la planta, especialmente sobre los periodos de invierno (Escalante et al., 2023).

Pudrición seca de la raíz (*Phytophthora spp.*): Esta enfermedad se presenta especialmente por la gran acumulación de agua que afecta a la raíz de la planta (Escalante et al., 2023).

Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*): Esta enfermedad suele afectar directamente a las plantas, especialmente cuando emerge hasta su producción (Escalante et al., 2023).

Mosaico dorado del frijol (BGYMV): Esta enfermedad es causada por el mosaico dorado del frijol que afecta a su producción (Escalante et al., 2023).

2.2.2 Abonos orgánicos

El abono orgánico es considerado, según Benedicto et al. (2019), como "un producto o material que es el resultado sobre la descomposición natural sobre la materia orgánica; además, puede ser por acción de todos los microorganismos que se encuentran presentes sobre el medio" (p. 27). Estos son digeridos por diferentes materiales que son transformados sobre beneficios que mantienen un aporte sobre los nutrientes al suelo.

Desde esta perspectiva, la función de los abonos orgánicos es mejorar la calidad y cualidades de los suelos, es decir, de la tierra para una producción adecuada, debido que la utilización de los fertilizantes orgánicos permite mejorar la absorción (Aguñaga et al., 2020,). Además del drenaje de los líquidos, de hecho, permite mejorar la formación de todos los nutrientes.

En este sentido, el abono orgánico se ha caracterizado por ser un producto natural en su totalidad que se ha obtenido sobre los restos de los vegetales; además, puede ser de excrementos de los animales, es decir, no contiene ningún producto químico que altere su productividad, considerándose como un producto que actúa de forma natural sin causar daños o modificar las propiedades nutritivas en los cultivos. De esta manera, aportan en mejorar la calidad de vida de los productos y los consumidores.

Los abonos orgánicos, al considerarse como productos que actúan de manera natural frente a los cultivos, traen consigo varios beneficios que fortalecen al medio ambiente, a los suelos y a las propiedades del frejol. Por esta razón, su utilización sigue creciendo en los diferentes mercados; por tal motivo, a continuación, se presentan los siguientes beneficios de los abonos orgánicos:

Es amigable con el medio ambiente: En este apartado se establece como aquella reutilización de los residuos de carácter orgánicos, permitiendo favorecer la disminución de los problemas vinculados con la contaminación.

Se produce de manera sostenible: permite la contribución de forma sostenible en la agroecología, considerado un proceso de recolección de productos orgánicos.

Sustituye a los fertilizantes: Cabe mencionar que los componentes que se encuentran conforman los abonos orgánicos suelen mineralizarse, proceso que forma nutrientes en las plantas y superan a los productos químicos.

Permite mejorar la calidad de los productos: Los abonos orgánicos, al actuar de forma natural, permite conservar los nutrientes de las plantas, esto mediante un crecimiento sano y fuerte en los cultivos.

Aumenta el rendimiento: Cabe destacar que, mediante la utilización de productos químicos el suelo se deteriora. Por lo tanto, los abonos orgánicos mantienen y recuperan las propiedades orgánicas; esto ha permitido mejorar el rendimiento de las plantas.

Incrementa la capacidad productiva: La fuente de carbono orgánico favorece a la actividad sobre los microorganismos que se encuentran presentes sobre los suelos; esto permite la conservación de la fertilidad (Álvarez et al., 2018).

2.2.2.1 Humus de lombriz

El humus de lombriz es considerado un abono orgánico que surge de la descomposición de materia orgánica a través de la actividad de las lombrices de tierra. Por lo tanto, este producto es de color café homogéneo y granuloso, altamente nutritivo para el crecimiento de las plantas. Por tal motivo, en los últimos años, su producción se ha incrementado por los beneficios nutricionales que ayudan a mejorar la estructura del suelo, favoreciendo su capacidad de retención de agua, aireación y drenaje (Lata y Llerena, 2021).

2.2.2.3 Composición del humus de lombriz

El humus de lombriz es muy favorable para la fertilidad del suelo, ya que es rico en ácidos húmicos, compuestos que actúan como bioestimulantes naturales que mejoran la absorción de los nutrientes y el crecimiento radicular de las plantas (Domínguez et al., 2020).

Los nutrientes más comunes presentes en el humus de lombriz se describen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Nutrientes del humus de lombriz

Nutriente	Contenido	Nutriente
Materia orgánica	60 – 70%	Nitrógeno (N)
Humedad	40 – 50%	Fósforo (P)
Carbono orgánico	20 – 30%	Potasio (K)
Calcio (Ca)	2 – 4%	Magnesio (Mg)
Azufre (S)	0.2 – 0.5%	Micronutrientes
Ph	6.8 – 7.2	Ácidos húmicos

Fuente: (García *et al.*, 2022)

2.2.2.4 Función del humus de lombriz

Función del humus de lombriz La función del humus de lombriz mejora la descomposición de la materia orgánica, aumentando la disponibilidad de nutrientes, incrementa la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. El humus facilita la liberación de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, lo que mejorará la fertilidad del suelo de manera sostenible (González *et al.*, 2021).

2.2.2.5 Beneficios del humus de lombriz

El humus de lombriz posee múltiples beneficios para el suelo y las plantas. A continuación, se describe los más importantes:

- **Mejora la estructura del suelo:** El humus de lombriz mejora la aireación y la capacidad de retención de agua del suelo, lo que favorece un entorno ideal para el desarrollo radicular (González *et al.*, 2021).
- **Aumenta la actividad biológica del suelo:** Debido a su alta concentración de microorganismos beneficiosos, el humus de lombriz contribuye a la proliferación de bacterias y hongos que descomponen la materia orgánica, enriqueciendo el suelo con nutrientes de liberación lenta (González *et al.*, 2021).
- **Proporciona nutrientes balanceados:** Aporta un balance adecuado de nutrientes esenciales para las plantas, lo que favorece un crecimiento saludable y vigoroso sin los riesgos asociados con el uso excesivo de fertilizantes sintéticos.
- **Favorece la resistencia de las plantas:** El humus de lombriz ayuda a las plantas a desarrollar una mayor resistencia a plagas y enfermedades, al fortalecer su sistema inmune natural (González *et al.*, 2021).

- **No contamina el medio ambiente:** Es un producto completamente natural y biodegradable que no deja residuos tóxicos en el suelo ni en el entorno (González et al., 2021).
- Favorecen la germinación de semillas y el desarrollo temprano de las plantas, promoviendo un crecimiento más vigoroso en comparación con otras plantas de la misma edad. Además, durante el proceso de trasplante, el humus de lombriz ayuda a las plantas a ser más resistentes al estrés ambiental (Lata y Llerena, 2021).

2.2.2.6 Bocashi

En relación con el bocashi, se ha identificado como un abono orgánico que suele ser fermentado, mantiene su origen en Japón, siendo comercializado a nivel mundial por los beneficios que trae consigo a los suelos y a los cultivos, siendo una alternativa frente a la utilización de productos químicos; por tal motivo, está compuesto por varios materiales orgánicos, especialmente los restos de animales, estiércol, residuos de jardín, además de otros materiales que son considerados como biodegradables. Para ello, este abono se somete a varios procesos de fermentación anaeróbica que suele ser controlado (Mendivil et al., 2020).

En este contexto, el proceso de fermentación del bocashi se ha establecido como una forma que mantiene un compostaje acelerado y suele realizárselos sobre un escenario anaeróbico; lo cual significa que radica sobre la ausencia del oxígeno, lo que permitirá lograr sobre la comparación de todos los materiales orgánicos, esto mediante un alternado sobre la capa de varios microorganismos (Mendivil et al., 2020).

2.2.2.7 Uso y contenido

El Bocashi se utiliza principalmente como enmienda orgánica para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento saludable de las plantas. Su aplicación favorece la actividad microbiana en el suelo, mejora la estructura del mismo y aumenta la disponibilidad de nutrientes esenciales. Los nutrientes presentes en el Bocashi varían según los materiales utilizados en su elaboración. Por ejemplo, un estudio sobre el Bocashi elaborado a partir de estiércol de vaca y otros residuos orgánicos reportó los siguientes contenidos:

- **Nitrógeno (N):** 1.6%
- **Fósforo (P₂O₅):** 0.4%
- **Potasio (K₂O):** 2.2%

- **Materia orgánica:** 50.23%

Estos valores indican que el Bocashi es una fuente significativa de nutrientes esenciales para las plantas, especialmente nitrógeno y potasio, que son fundamentales para el crecimiento vegetativo y la producción de frutos.

2.2.2.8 Beneficios del bocashi

El bocashi mantiene múltiples beneficios para los suelos y las plantas, considerándose una alternativa en las actividades agrícolas, por lo tanto, algunos de los mecanismos y beneficios:

- Permite mejorar la fertilidad de los suelos, debido que enriquece bajo el aporte de nutrientes puntuales como el potasio, fósforo, nitrógeno, entre otros, estos son absorbidos mediante las plantas de forma sostenible (Mendivil et al., 2020).
- Incrementa la actividad microbiana: Es importante establecer que los microorganismos que presenta este producto, contribuyen sobre el mejoramiento de las actividades biológicas en los suelos; de esta manera se permite estimular la presencia de patógenos y hongos que son beneficiosos sobre los cultivos y esto promueve la descomposición con respecto a la materia orgánica (Mendivil et al., 2020).
- Permite mejorar la estructura de los suelos: esto debido que este producto puede mejorar las estructuras de los suelos; de hecho, permite mejorar la capacidad para la retención de los líquidos, y mejorar la aireación y porosidad para el surgimiento y desarrollo de las raíces (Mendivil et al., 2020).
- Reduce la dependencia de los fertilizantes químicos, esto debido que el bocashi es una alternativa frente a la aplicación de productos químicos que deterioran los suelos y el desarrollo de los cultivos (Mendivil et al., 2020).

2.2.2.9 Gallinaza

La gallinaza es el estiércol que las gallinas ponedoras producen durante su ciclo de producción de huevos o su etapa de desarrollo. Este material incluye, además de las heces, restos de alimento y plumas. Ocasionalmente, puede contener también el material de cama utilizado en el gallinero.

Es crucial no confundir la gallinaza con la pollinaza. Esta última se compone principalmente del estiércol de pollos criados para consumo cárnico.

La gallinaza se destaca por su alto contenido de nitrógeno. Debido a esta concentración, es recomendable mezclarla con otros materiales o permitir su descomposición antes de aplicarla directamente en los cultivos. Al hacerlo, se logra reducir la concentración de amoníaco y de otros compuestos que podrían ser perjudiciales para los sistemas de cultivo (Monzote, citado en Coral, 2021).

2.2.2.10 Uso y contenido

La gallinaza es un recurso valioso, ya sea como abono o como suplemento alimenticio para el ganado, debido a su abundante composición química y nutricional. La riqueza de nutrientes en la gallinaza se explica porque las aves de corral solo absorben entre el 30% y el 40% de los nutrientes de su dieta, dejando el 60% al 70% restante en su estiércol.

Un componente clave de la gallinaza es su alto contenido de nitrógeno. Este elemento es esencial para que plantas y animales puedan asimilar otros nutrientes y sintetizar proteínas (Caballeros, 2021).

A continuación, se presenta una tabla detallada con el contenido nutricional de la gallinaza:

Tabla 4. Contenido nutricional de la Gallinaza

Nutrientes	Gallinaza kg/ton
Nitrógeno	34.7
Fosforo (P ₂ O ₅)	30.8
Potasio (K ₂ O)	20.9
Calcio	61.2
Magnesio	8.3
Sodio	5.6
Sales solubles	56
Materia orgánica	700

Fuente: (Caballeros, 2021).

2.2.2.10 Importancia para el suelo

Hoy en día, nuestros suelos enfrentan un deterioro significativo a causa del uso constante de productos químicos. Para mitigar este daño, el estiércol de gallina se presenta como una excelente alternativa de abono orgánico. Este material es rico en nutrientes esenciales que mejoran las propiedades del suelo y elevan su fertilidad.

Particularmente, el nitrógeno y otros elementos presentes en la gallinaza son cruciales. Estos facilitan que tanto plantas como animales asimilen los nutrientes necesarios para formar proteínas y que las células absorban la energía vital.

Para aprovechar la gallinaza como abono orgánico, es fundamental someterla a un proceso de fermentación. Este paso reduce significativamente la concentración de bacterias presentes en el estiércol de gallina, las cuales, en grandes cantidades, podrían ser perjudiciales para las plantas. Además, la fermentación de la gallinaza potencia los niveles de nutrientes esenciales como el fósforo, el potasio, el nitrógeno y el carbono, mejorando así la calidad del suelo (Coral, 2021).

2.2.2.11 Beneficios de la gallinaza

Conforme a los beneficios de la gallinaza aportan con gran cantidad de nutrientes a los cultivos, especialmente en los suelos y las plantas, en este sentido, a continuación, se exhiben los siguientes beneficios de este producto orgánico,

- La gallinaza es rica sobre el fosforo, calcio, nitrógeno, magnesio, azufre, potasio y varios micronutrientes.
- Incrementa la materia orgánica de los suelos
- Ayuda mejorando la calidad de los suelos, esto debido a sus características químicas del suelo, además de la retención de agua.
- Incrementa la resistencia de los cultivos, puesto que contribuye que las plantas sean mayormente resistentes a los cambios de temperatura como las heladas.
- Disminuye el consumo de agua, puesto que mantiene la retención de líquidos sobre el suelo.
- Permite mejorar la calidad de todos los productos orgánicos, esto debido a su efecto sobre las propiedades biológicas y la calidad de los productos agrícolas (Casas y Guerra, 2020).

2.2.3 microorganismos eficientes EMAS

2.2.3.1 Origen

Los microorganismos eficientes (EM) fueron desarrollados en Japón durante los años 70 por el profesor Teruo Higa. Esta mezcla microbiana fue diseñada como una alternativa natural para mejorar la calidad del suelo, controlar plagas y promover el cuidado del medio ambiente. (Academic year, 2021).

2.2.3.2 ¿Qué son los microorganismos eficientes?

Los microorganismos eficientes (ME) son una combinación de cultivos microbianos beneficiosos. Entre estos se encuentran bacterias fotosintéticas, levaduras, actinobacterias y hongos fermentadores. Al ser aplicados al suelo o directamente a

las plantas en el ámbito agrícola, los ME mejoran la fertilidad del suelo, lo que conduce a un incremento en el rendimiento de los cultivos y a una disminución en la necesidad de usar productos químicos (Mesa, 2020).

2.2.3.3 Componentes de los microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes (ME) funcionan al aprovechar compuestos producidos por otros seres vivos. Por ejemplo, las raíces de las plantas liberan sustancias que los ME utilizan para crecer. A partir de estas, sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. De esta manera, su población aumenta, enriqueciendo la microflora y equilibrando los ecosistemas (Academic year, 2021).

- **Bacterias fototróficas (*Rhodopseudomonas spp.*):**

Encargadas de utilizar la luz solar y el calor para transformar compuestos orgánicos e inorgánicos en nutrientes beneficiosos. Estimulan el desarrollo vegetal y promueven la actividad de otros microorganismos benéficos (Academic year, 2021).

- **Bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus spp.*):**

Son aquellas que fermentan azúcares en ácido láctico, ayudando a descomponer la materia orgánica resistente como la lignina y celulosa. También suprimen microorganismos patógenos como *Fusarium* y reducen poblaciones de nematodos (Academic year, 2021).

- **Levaduras (*Saccharomyces spp.*):**

Son las que producen sustancias bioactivas, como enzimas y hormonas, que promueven el crecimiento vegetal. Sirven de alimento para otras bacterias del campo de los microorganismos (Academic year, 2021).

- **Actinomicetos:**

Son microorganismos del suelo que producen antibióticos naturales, ayudando a controlar bacterias y hongos patógenos. Representan una parte importante de la micro biota del suelo, especialmente en suelos ricos en materia orgánica como el compost (Academic year, 2021).

2.2.3.4 Función de los microorganismos en el suelo

Entre las principales funciones de los microorganismos eficientes son:

- **Descomposición de la materia orgánica:** Se encarga de transformar los residuos de plantas y animales muertos en nutrientes esenciales para que las plantas puedan absorber. Con esto finaliza los ciclos biogeoquímicos y mantienen la fertilidad del suelo (Biopunto, 2021).
- **Aportación de nutrientes:** ayudan en la mineralización de nutrientes como el nitrógeno, fósforo y azufre que son de suma importancia para el crecimiento vegetal (Biopunto, 2021).
- **Ayudan en el control biológico:** alguno de los diferentes microorganismos eficientes actúa de agentes de control biológico, combatiendo patógenos y plagas que afectan a los diferentes cultivos (Viera, 2020).
- **Mejoran la estructura del suelo:** la actividad microbiana contribuye a la formación de diferentes agregados en el suelo, mejorando su aireación y capacidad de retención de agua de esta manera se evita posibles erosiones.

2.2.4 Abono químico 10-30-10

Este tipo de abono es considerado como un fertilizante considerado como granulado, esto contiene un alta proporcionar del fosforo, además de cantidades complementarias, especialmente de potasio y nitrógeno, por tal motivo, este abono es utilizado en varios cultivos, especialmente de carácter anual, también de un ciclo corto, además de las primeras etapas sobre el crecimiento. Desde esta perspectiva, este abono comúnmente se lo utiliza para la fertilización de arranque, para aquellos suelos que mantiene un deficiente rendimiento, además de una alta capacidad de fosforo. En este sentido, permite a las plantas a crecer y maduras en un periodo temprana que otras plantas de la misma especie, puesto que permite fomentar el enraizamiento, la floración y el madura miento en los cultivos (Huebla et al., 2021).

2.2.4.1 Beneficios

- En relación al beneficio de este abono se muestran a continuación:
- Permite la formación de órganos sobre las plantas, especialmente en la captación de energía, además de la absorción de los nutrientes
- Contribuye sobre la coloración de los órganos de carácter vegetal
- Aporta sobre la síntesis de las proteínas
- Los frutos cosechados mantienen una mayor carga de proteínas
- Fortalece el desarrollo de las raíces
- Equilibra los nutrientes internos; además de contribuir con la resistencia a enfermedades y plagas.
- Equilibra el fosforo en los suelos deficientes,
- Fortalece las raíces y tallos de las plantas (Huebla et al., 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Cuantitativo: En la presente investigación el enfoque metodológico es cuantitativo ya que se utilizó la recolección de datos numéricos que permitan realizar un análisis estadístico para probar hipótesis. Se busca averiguar cuál de los abonos orgánicos en combinación con los microorganismos eficientes tiene un impacto en la producción del cultivo y la conservación del suelo.

3.1.2. Tipo de Investigación

Esta investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental San Francisco-UPEC, en condiciones de campo abierto. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con el fin de identificar el tratamiento más eficaz en términos de desarrollo y rendimiento, por lo tanto, el estudio fue de tipo experimental.

3.2. HIPÓTESIS

H1: Los abonos orgánicos (humos de lombriz, gallinaza y bocashi) en combinación con los microorganismos eficientes mejora la producción y disminuyen los costos de producción del cultivo de frejol.

H0: Los abonos orgánicos (humos de lombriz, gallinaza y bocashi) en combinación con los microorganismos eficientes no mejoran la producción ni disminuyen los costos de producción del cultivo de frejol.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 5. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de los diferentes abonos orgánicos en combinación con los microorganismos eficientes.	Gallinaza humus de lombriz Bocashi Microorganismos eficientes Químico 10-30-10	10 g. x planta 10 g. x planta 10 g. x planta 5ml .x 1 lt. de agua 10g. x planta	Aplicación del sustrato de forma manual alrededor de la planta una vez al desyerbe y otra al aporque.	Balanza digital, dosificadora de ml al igual que un recipiente graduado y una bomba de mochila.
VARIABLE DEPENDIENTE Producción del cultivo de frejol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Porcentaje de germinación de la planta	Conteo de observación minuciosa y	A los 30 días se realizó un conteo de las plantas emergidas y su resultado se expresa en porcentaje.	Conteo manual, libreta de campo
	Altura de la planta	Altura en centímetros	Las medias se tomaron a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Con una cinta métrica, se mide en centímetros la altura de la planta, desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más alta.	Flexómetro, cuaderno de campo, lápiz
	Numero de flores	Contador manual	A los 60 días después de la siembra, en las 18 plantas de cada parcela neta, se realizó el conteo del número de flores	Conteo manual, cuaderno de campo, lápiz
	Numero de vainas por planta		A los 90 días después de la siembra en las 12 plantas de cada parcela neta se cuenta el número de vainas en verde	Conteo manual, cuaderno de campo, lápiz
	Largo de la vaina	Longitud en cm	A la cosecha se mide la longitud de 5 vainas al azar	Cuaderno de campo, regla métrica
Numero de granos vainas	Numero de granos	Se toma 10 vainas completamente al azar y se realiza el número de granos	Cuaderno de campo	

Rendimiento de vainas por planta	Kilogramos /vainas	Luego de la cosecha se unifica las vainas de las plantas en estudio y se saca el peso en libras	Balanza, costal
Análisis económico	Costo en dólares	Se tomó en cuenta los ingresos y egresos durante el desarrollo de la producción del cultivo del frejol	Microsoft Excel

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

Este trabajo de integración curricular se llevó a cabo en el centro experimental "San Francisco- UPEC", ubicado en el cantón San Pedro Huaca, provincia del Carchi, en condiciones de campo abierto. A una altitud 2850 msnm, con una temperatura promedio de 12.7°C, ambiente y la humedad relativa promedio del 82% (Castillo, 2022).



Figura 1. Localización del centro experimental "San Francisco- UPEC"

3.4.2. Características del diseño experimental

La investigación se implementó con una superficie de 612 m² a la cual corresponde 36 metros de largo y 17 metros de ancho incluyendo caminos de 0.5 cm para lo cual se emplea un diseño de bloque completamente al azar (DBCA), de tal forma que cada parcela es una unidad experimental, con un área de 12 m² (3 m x 4 m) reuniendo un total de 40 plantas, de las cuales, 12 de ellas serán evaluadas (parcela neta), De esta manera, se establecen 7 tratamientos y 4 repeticiones cada uno.

Tabla 6. Descripción y características del experimento

Diseño experimental	
Número de tratamientos	7
Número de repeticiones	4
Área total del experimento	612 m ²
Área experimental	12 m ² (3m x 4m)
Área neta experimental	560m ²
Número de plantas a analizar /parcela	12
Número de unidades experimentales	28
Distancia entre plantas	0.40 cm
Distancia entre surcos	0.75 cm
Total, de plantas en el ensayo	2240
Semillas por sitio	2

3.4.3. Distribución y características del experimento

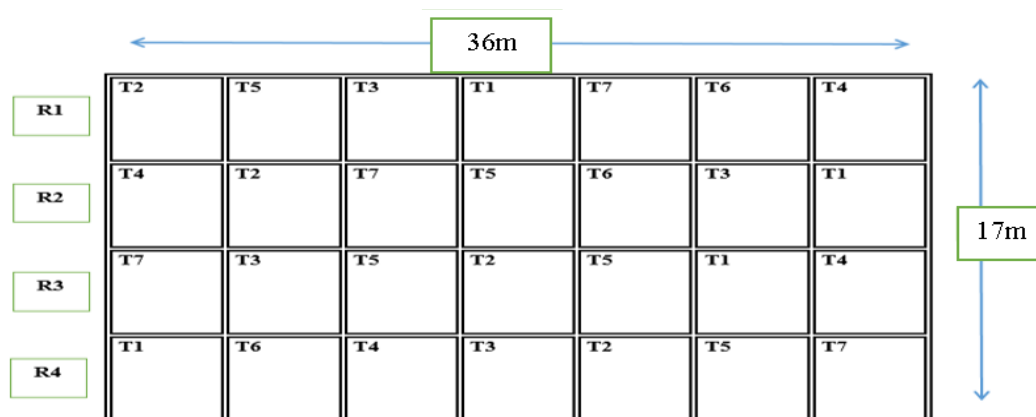


Figura 2. Tratamientos propuestos de un diseño completamente al azara a campo abierto.

3.4.4. Población y muestra de la investigación

Cada unidad experimental contaba con 40 plantas. De estas, se seleccionaron 12 plantas centrales para la recopilación de datos (parcela neta), considerando el efecto de borde, tal como se muestra en la imagen adjunta.

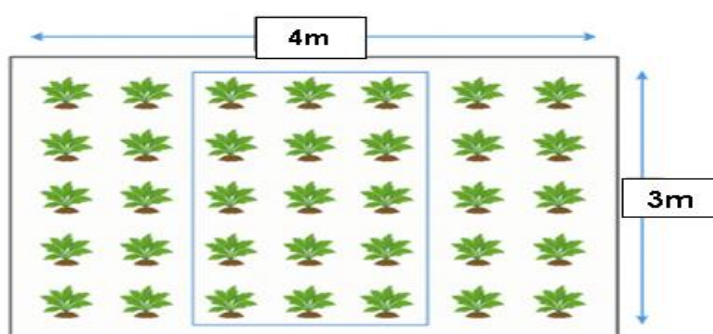


Figura 3. Unidad experimental y parcela neta a evaluar

3.4.5. Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron fueron 7 los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 7. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Abonos	Descripción	Aplicaciones
T1	Gallinaza	Gallinaza 10g/planta	Dos aplicaciones 20g/planta
T2	Bocashi	Bocashi 10g/planta	Dos aplicaciones 20g/planta
T3	humus de lombriz	Humus de lombriz 10g/planta	Dos aplicaciones 20g/planta
T4	Humus de lombriz + EMAS	Humus de lombriz 10g/planta + 5ml/l de emas	Dos aplicaciones 20g/planta+10ml/l
T5	gallinaza + EMAS	Gallinaza 100g/planta + 5ml/l de emas	Dos aplicaciones 20g/planta+10ml/l
T6	Bocashi + EMA	Bocashi 100g/planta + 5ml/l de emas	Dos aplicaciones 20g/planta+10ml/l
T7	Químico 10-30-10	Químico 10-30-10 10g/planta	Una ampliación 10g/planta

3.4.6. Variables evaluadas

Variable dependiente

Desarrollo morfológico y productivo del cultivo del frejol

3.4.6.1. Porcentaje de emergencia de la planta

A los 15 días luego de la siembra, se observó meticulosamente la germinación de las plantas de todas las parcelas, llegando a obtener datos de la variable del número de plantas emergidas, llevándolas a porcentaje de germinación.

3.4.6.2. Altura de planta

Treinta días después de la siembra, se procede a seleccionar el tallo más desarrollado en cada planta y tratamiento. Se coloca una liga en este tallo para facilitar su identificación en futuras mediciones. Estas mediciones se realizan mensualmente, desde el inicio del desarrollo hasta la floración, empleando un flexómetro para medir desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja. Los registros se consignan en una libreta de campo en centímetros (cm) y, posteriormente, se ingresan los datos en el computador.

3.4.6.3 Número de flores

En las 25 plantas de cada parcela neta, se registra el número de flores. Para el número de vainas por planta, a los 90 días de la siembra, se cuentan las vainas verdes en las 25 plantas de cada parcela neta. Después de este conteo, se calcula el promedio correspondiente.

3.4.6.4. Número de vainas por plantas

El registro del número de granos por planta se efectuó durante la cosecha. Para este fin, se seleccionaron al azar cinco vainas de cada una de las 25 plantas que conformaban la parcela neta, y se procedió a su conteo. Luego, se calcularon los promedios correspondientes a cada parcela.

3.4.6.5. Peso de las vainas por planta

La cosecha se realiza a los 90 días después de la siembra. Para obtener la producción por cada planta y por cada tratamiento, se pesan las vainas de cada planta utilizando una balanza digital. Posteriormente, los datos se registran de forma electrónica.

3.4.6.6. Longitud de la a vaina en centímetros

Se toma 5 vainas completamente al azar de las plantas evaluadas luego de eso con ayuda de una regla se procede a medir la longitud de cada vaina para luego de esto poder analizar.

3.4.6.7. Número de granos por planta

Se realiza la toma de las 10 vainas de las plantas analizar luego de ello se realiza el conteo de los granos y se anota en el cuaderno de apuntes para posterior análisis.

3.4.6.8. Costo Beneficio

Para calcular la relación costo-beneficio del cultivo de fréjol, primero se identificaron y cuantificaron todos los costos y beneficios pertinentes. Dentro de los costos, se incluyeron los gastos directos, como la adquisición de semillas, fertilizantes y pesticidas, el costo de la mano de obra para la siembra y la cosecha, y los gastos operativos asociados al mantenimiento del cultivo.

Variable independiente implementación de biofertilizantes (humos de lombriz, gallinaza, bocashi) en combinación con microorganismos eficientes en el cultivo del frejol.

3.4.7. Procedimientos

3.4.7.1. Análisis del suelo

Se realizó un análisis completo del suelo del área que fue destinada para la siembra. Para

poder obtener una muestra significativa, se tomaron pequeñas porciones del suelo en forma de zigzag de diversas partes del terreno, para después poner en un recipiente y poder mezclar, de esta manera, poder obtener una muestra madre de toda el área. Esta práctica se llevó a cabo en el cantón Huaca, en el centro experimental San Francisco – UPEC.

3.4.7.2. Preparación del terreno

Se realizó la preparación del lote asignado para ello se utilizó maquinaria agrícola, para dejar el suelo completamente adecuado para la instalación del ensayo se estableció el ensayo a campo abierto con un área total de 612 m², midiendo el lote en parcela de 3m x 4m con un área total de la parcela de 12 m² que tendrá dentro 40 plantas por la densidad de siembra, el experimento se instaló por medio de un diseño de bloques completos al azar, donde se distribuyeron los 7 tratamientos y cuatro repeticiones propuestos

3.4.7.3. Siembra

La siembra se la realizó de forma manual con ayuda de un azadón donde se forman los surcos a una a una distancia 60cm entre ellos, para la siembra se utilizó semilla de calidad, se colocó 2 semillas en cada sitio de siembra en este caso cada 40 cm entre planta

3.4.7.4. Emergencia

A los 30 días pos siembra se identificó el grado de germinación en todos los tratamientos y repeticiones, tomado un registro minucioso, para luego realizar los respectivos análisis.

3.4.7.5. Fertilización

Se aplicó los abonos orgánicos en combinación con los microorganismos eficientes a los 30 y 60 días, considerando cada tratamiento propuesto.

3.4.7.6. Deshierbe

Labor que se llevó a cabo a los 30 días luego de la siembra, se retira la maleza con la ayuda de una pala o azadón, despejando la planta de cualquier tipo de maleza que logre impedir el desarrollo y es donde se aplicara la primera dosis de los fertilizantes en estudio.

3.4.7.7. Aporque

El aporque se lo efectuó a los 60 días posteriores al deshierbe, utilizando un azadón para elevar la tierra a la altura del tallo que en este caso es de 20-25 cm sobre el suelo. Esta práctica tiene como propósito brindara mayor estabilidad a las plantas y es donde se procede a incorporar los fertilizantes en estudio

3.4.7.8. Tutorado

Se realizó el tutorado del frejol que es la técnica agrícola que proporciona soporte y guía a las plantas esto se hizo cuando la planta ha alcanzado una altura de aproximadamente 10-15 cm, esto evito que se caiga o se rompa debido al peso de los tallos y las vainas. Para ellos se utilizó materiales como madera, alambre de púa y cabuya de esta manera se logró dar una estabilidad a las plantas del frejol.

3.4.7.9. Cosecha

La recolección de las vainas del frejol ya maduras se llevó acabo de forma manual a los 150 días posterior a la siembra esta actividad se ejecuta con el fin de evaluar el respectivo rendimiento, la calidad y la producción de cada uno de los tratamientos establecidos, para esto fue necesario considerara los datos numéricos como los pesos obtenidos de cada planta ya identificada.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño que se empleó fue un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 7 tratamientos y 4 repeticiones dando un total de 28 unidades experimentales cada unidad experimental con 40 plantas con una densidad de siembra de 0.40cm entre plata y 0,75 cm. entre surco dando un total de 1120 sin embargo se colocó dos semillas por sitio dándonos un valor de 2240 plantas, de las cuales en cada unidad se evaluó 12 plantas centrales. Para el análisis de datos utilizo el programa estadístico infostat. Con un ANAVAR y la prueba de Tukey al 0.5% del nivel de significancia

Esquema del análisis estadístico

Tabla 8. Análisis estadístico

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	$(Tr-1)$	$(28-1)=27$
Tratamientos	$(T-1)$	$(7-1)=6$
Repeticiones	$(r-1)$	$(4-1)=3$
Error experimental	$(T-1)(r-1)$	18

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Porcentaje de germinación de la planta a los 30 días post-siembra

La presente tabla corresponde al estudio de normalidad para la variable porcentaje de germinación el resultado confirma que cumple con los supuestos de normalidad ($p > 0.05$) en este caso es posible emplear la prueba estadística de tipo paramétrica ANOVA para evaluar la diferencia entre tratamiento.

Tabla 9. Prueba de Shapiro-wilks para la variable porcentaje de germinación

Variable	N	Media	D.E.	W*	P (unidad D)
N vainas l	28	2.01	0.20	0.94	0.2551

Leyenda: Variable= Variable evaluada; N=Número de observaciones; Media=promedio de los datos; D.E.= desviación estándar; W*= Shapiro-Wilk; P (unilateral D) = Valor de probabilidad (p-valor) para la prueba de normalidad.

La tabla 10, presenta un análisis de varianza (ANOVA) para la variable porcentaje de germinación de las plantas a los 30 días post siembra, en donde se indica que existe diferencia significativa $p=0,0088$ entre los tratamientos, con una media de 79.69 % de semillas germinadas y un coeficiente de variación (CV) de 8.59 % para los 30 días mostrando que la investigación se realizó de manera correcta.

Tabla 10. Germinación de la planta a los 30 días pos-siembra

F.V.	GL	p-valor
Tratamiento	6	0.0088
Repeticiones	3	0.3528
Error	18	
Total	27	
CV: (%)		8.59
Media (%)		79.69

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

Una vez aplicado la prueba de tukey al 5% entre tratamiento, se observa que el tratamiento (T1), correspondiente al abono orgánico denominado gallinaza alcanzó un porcentaje de 90.38 % de semillas geminadas y, por el contraste, el porcentaje de germinación menos favorable es el tratamiento T3 humus de lombriz, con un valor de 68.16%.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de germinación de las plantas a los 30 días post siembra.

Tratamientos	30 días
T1 gallinaza	90.38 A
T2 Bocashi	77.81 AB
T3 Humus de lombriz	68.16 AB
T4 Humus de lombriz + EMAS	85.38 AB
T5 Gallinaza + EMAS	80.44 AB
T6 Bocashi + EMAS	77.88 AB
T7 Químico 10-30-10	77.81 B

Para el porcentaje de germinación de las semillas de fréjol, se obtuvo que el mejor promedio fue de 90,38 % en el tratamiento T1, correspondiente al abono orgánico gallinaza. Este resultado se presenta debido al alto contenido nutricional de este abono, ya que la gallinaza es una fuente rica en nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica y microorganismos beneficiosos que mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Estos elementos favorecieron la disponibilidad de nutrientes esenciales desde las primeras etapas del desarrollo de la semilla, promoviendo así una germinación más rápida y unificada.

Además, la gallinaza mejora la retención de humedad del suelo, lo que ayuda a mantener un ambiente adecuado para la absorción de agua por parte de las semillas durante la fase de imbibición, crítica para la activación del metabolismo germinativo. Esto coincide con los hallazgos de Espinosa et al. (2023), quienes evaluaron la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo del fréjol y reportaron que el tratamiento T4 (gallinaza) alcanzó un promedio de germinación del 94 %. Según los autores, dicho resultado fue favorecido por las condiciones de humedad elevadas registradas durante el experimento, las cuales, combinadas con el aporte nutricional de la gallinaza, optimizaron el entorno para una germinación exitosa.

Estos datos respaldan la idea de que el uso de gallinaza como abono orgánico representa una alternativa eficaz y sostenible para mejorar los índices de germinación en el cultivo del fréjol, especialmente en suelos con limitaciones nutricionales o durante condiciones ambientales favorables de humedad.

4.1.2. Altura de planta (cm) a los días 30,60 y 90 días después de la siembra

La presente tabla corresponde al estudio de normalidad mediante la prueba de Shapiro-wilks para la variable altura de la planta a los días 30,60 y 90 días después de la siembra. Los resultados indican que cumple con los supuestos de normalidad en todos los casos, ya que los valores de p son $> 0,05$. Por lo tanto, es adecuado realizar

una prueba estadística paramétrica ANOVA para poder comparar los tratamientos. En la siguiente tabla se detalla los valores para cada una de las alturas:

Tabla 12. Prueba de Shapiro-wilks para la variable altura de la planta a los días 30,60 y 90 días después de la siembra.

Variable	N	Media	D.E.	W*	P (unidad D)
Altura 1	28	18.57	1.67	0.93	0.1865
Altura 2	28	79.39	4.86	0.96	0.7470
Altura 3	28	140.21	11.77	0.97	0.9039

Leyenda: Variable= Variable evaluada; N=Número de observaciones; Media=promedio de los datos; D.E.= desviación estándar; W*= Shapiro-Wilk; P (unilateral D) = Valor de probabilidad (p-valor) para la prueba de normalidad.

El presente ANAVA corresponde a la variable de la altura de la planta a los días 30, 60 y 90 días después de la siembra. En la tabla (12) se puede observar que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) para los días evaluados entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 8.23% para los días 30, con 6.85 para los días 60 y 7.06 para los días 90 indicando que la investigación se realizó de manera correcta; y una media de 18.57 para los días 30, 79.37 para los días 60 y 140.21 para los días 90.

Tabla 13. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

F. V	G. L	Días después de la siembra		
		30	60	90
Modelo	9		p-valor	
Tratamiento	6	0.3039ns	0.9523ns	0.0590ns
Repeticiones	3	0.1356	0.5693	0.2141
Error	18			
Total	27			
Media (cm)		18.57	79.37	140.21
C.V (%)		8.23	6.85	7.06

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

De acuerdo con los datos obtenidos en la presente investigación, no se evidenció una superioridad clara en los tratamientos evaluados respecto a la variable altura de planta. Esto se debe a que, para todos los tratamientos, las condiciones ambientales (como la luz, temperatura y disponibilidad de agua) fueron homogéneas. Aunque los abonos orgánicos aportan nutrientes esenciales para el desarrollo general de la planta, en este caso no generaron variaciones significativas en la disponibilidad de nutrientes que pudieran influir notablemente en el crecimiento en altura.

Además, se identificó que las plantas alcanzaron un crecimiento óptimo dentro de un rango similar en todos los tratamientos, a diferencia de los resultados reportados

por Bautista et al. (como se cita en Coral, 2021). A los 30, 60 y 90 días después de la siembra, muestran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, determinando que el tratamiento T5 (humus de lombriz + biol) presentó el mayor efecto positivo sobre el crecimiento en altura de las plantas.

Este comportamiento puede atribuirse a la capacidad de los abonos orgánicos para mejorar la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo, lo cual permite a las plantas mantener una mayor turgencia celular y, en consecuencia, un mayor desarrollo en altura. En particular, se ha señalado que "los ácidos orgánicos presentes en el humus de lombriz facilitan la solubilización del fósforo, aumentando su disponibilidad para la planta" (Álvarez, como se cita en Coral, 2021, p. 57). Además, el biol aporta una combinación rica en elementos esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, sodio y zinc, en formas fácilmente asimilables, que contribuyen al desarrollo vegetativo del cultivo del fréjol.

4.1.3. Número de flores a los 90, 115 y 135 días

La presente tabla corresponde al estudio de normalidad mediante la prueba de Shapiro-wilks para la variable número de flores a los días 90, 115 y 135 días. Los resultados confirman que todas las mediciones del número de flores cumplen con el supuesto de normalidad ($p > 0,05$ en todos los casos). Consecuentemente, es posible emplear pruebas estadísticas de tipo paramétrico, como ANOVA, para evaluar las diferencias entre los tratamientos.

Tabla 14. Prueba de Shapiro-wilks para la variable número de flores a los 90, 115 y 135 días.

Variable	N	Media	D.E.	W*	P (unilateral D)
Flores 1	28	7.00	0.87	0.92	0.1479
Flores 2	28	30.82	6.92	0.90	0.0307
Flores 3	28	35.09	8.87	0.93	0.1799

Leyenda: Variable= Variable evaluada; N=Número de observaciones; Media=promedio de los datos; D.E.= desviación estándar; W*= Shapiro-Wilk; P (unilateral D) = Valor de probabilidad (p-valor) para la prueba de normalidad.

La tabla 14, se presenta un análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de flores. Los resultados muestran que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0.05$) a los 90 y 135 días, por otra parte, se identifica que para los días 115 existe una diferencia significativa ($p = 0.0841$) con una media de 7.00, 28.88 y 35.43 flores para los días antes mencionado con un coeficiente de variación para los días.

Tabla 15. Análisis de varianza para la floración en el cultivo del frejol bajo el efecto de los abonos orgánicos.

F.V	G.L	Número de flores para los días		
		90	115	135
			p-valor	
Tratamiento	6	0.4375ns	0.0841*	0.3579ns
Repeticiones	3	0.3443	0.4049	0.0049
Error	18			
Total	27			
Media (#flores/planta)		7.00	28.88	35.43
C.V (%)		12.21	19.82	18.78

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% para número de flores por sitio a los 135 días, se muestra que el tratamiento T1 (gallinaza) fue el que mejor resultados obtuvo con una media de 39.42 flores, seguido de del tratamiento T2 (bocashi) con una media de 32.56 flores los tratamientos con la respuesta menos favorable fueron el T3 (humos de lombriz) y T7 (10-30-10) con los valores 24.67, 24.61 flores respectivamente.

Tabla 16. Prueba de tukey al 5% para número de flores por planta a los 90, 115 y 135 días.

Tratamientos	Flores por planta
T1 gallinaza	39.42 A
T2 Bocashi	32.56 AB
T3 Humus de lombriz	24.61 AB
T4 Humus de lombriz + EMAS	30.61 AB
T5 Gallinaza + EMAS	29.58 AB
T6 Bocashi + EMAS	27.79 AB
T7 Químico 10-30-10	24.61 B

Los resultados de la evaluación del número de flores por planta a los 135 días mostraron una diferencia significativa para el abono orgánico gallinaza. Según el análisis estadístico de Tukey al 5 %, se confirmó que el tratamiento T1 (gallinaza) arrojó un promedio de 39,42 flores, siendo uno de los más eficaces en la formación de flores del cultivo del fréjol. Estos resultados son gracias a los nutrientes claves de la gallinaza, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, elementos esenciales para el desarrollo vegetativo como reproductivo de las plantas. Durante la etapa de floración, el fósforo desempeña un papel crucial en la formación de flores y frutos, mientras que el nitrógeno estimula el crecimiento de brotes nuevos y botones florales. Sin embargo, es importante señalar que el número de flores podría haber sido aún mayor. Durante el periodo de evaluación se presentaron fuertes vientos propios de la temporada seca, los cuales provocaron la caída de una parte de las flores, generando una pérdida significativa en la floración total esperada.

Los datos obtenidos concuerdan con la investigación de Seraquive (2021), quien en su investigación reportó que el tratamiento con gallinaza (T4) alcanzó un promedio de 34,4 flores por planta. Según Seraquive, este resultado positivo se debe a que la gallinaza mejora la estructura del suelo, incrementando su capacidad de retener agua y aire. Esto, a su vez, favorece un desarrollo radicular más profundo y eficiente, lo que optimiza la absorción de nutrientes y, en consecuencia, promueve una floración más abundante y vigorosa.

Mediante los resultados, se puede mencionar que la gallinaza, ya sea sola o en combinación, es una alternativa eficaz para promover la floración del fréjol. Además, aporta los nutrientes que esta necesita para mejorar la estructura y la microbiota del suelo, siendo aspectos claves para un crecimiento equilibrado y sostenible del cultivo

4.1.4. Numero de vainas a los 115, 135 y 150 días

La presente tabla corresponde al estudio de normalidad mediante la prueba de Shapiro-wilks para la variable número de vainas a los días 115, 135 y 150 días. Los datos referentes al número de vainas cumplen con los supuestos de normalidad, como lo demuestran los valores de ($p > 0.05$) en todas las observaciones. Esto permite la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA), para comparar los diferentes tratamientos.

Tabla 17. Prueba de Shapiro Wilks para número de vainas a los 115, 135 y 150 días.

Variable	N	Media	D.E.	W*	P (unilateral D)
N vainas 1	28	7.53	2.35	0.91	0.0735
N vainas 2	28	24.24	6.63	0.94	0.3930
N vainas 3	28	40.64	11.34	0.95	0.4680

Leyenda: Variable= Variable evaluada; N=Número de observaciones; Media=promedio de los datos; D.E.= desviación estándar; W*= Shapiro-Wilk; P (unilateral D) = Valor de probabilidad (p-valor) para la prueba de normalidad.

Dentro de la tabla (18) análisis de varianza corresponde al número de vainas registrando una diferencia altamente significativa ($p=0.0001$) entre los tratamientos a los 115 días, de la misma manera existe una diferencia altamente significativa ($p < 0.0001$) entre los tratamientos en estudio para los 135 días, por otra parte se puede identificar que existe una diferencia significativa ($p=0.0143$) para los días 150 con una media de 7.53, 169.66 y 40.63 para los días 115, 135 y 150 y un coeficiente de variación de 18.36%, 15.07% y 19.25 para los días de antes mencionado demostrando que la investigación se realizó de manera adecuada.

Tabla 18. Análisis de varianza para fructificación número de vainas por planta.

F.V	G.L	Número de vainas para los días		
		115	135	150
Tratamiento	6	<0.0001 **	<0.0001 **	0.0143 *
Repeticiones	3	0.5990	0.2014	0.0073
Error	18			
Total	27			
Media (#vainas/planta)		7.53	24.23	40.63
C.V (%)		18.36	15.07	19.25

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

La prueba de tukey al 5%, presentado en la tabla (13) para la misma variable por tratamientos a los días 115, 135 y 150 indica que el tratamiento T1 (gallinaza) a los días 115 muestra el mejor número de vainas con una media de 11.11 vainas por tratamiento de la misma manera para los días 135 se muestra que el T1 es el mejor resultado con una media de 32.11 y para concluir se puede mencionar que el T1 es el mejor con una media de 52.29 a los 150 días. Sin embargo, el tratamiento T4 (humus de lombriz + EMAS) con un valor promedio de 4.68 vainas a los 115 días, 17.33 vainas a los 135 días y 29.67 vainas para los 150 días de esta manera se considera que es el tratamiento T4 es el menor rendimiento en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 19. Prueba de tukey al 5% para número de vainas por planta a los 115, 135 y 150 días.

Tratamientos	115 días	135 días	150 días
T1 gallinaza	11.11 A	32.11 A	52.29 A
T2 Bocashi	5.78 CD	20.80 CD	34.56 AB
T3 Humus de lombriz	8.15 ABC	23.57 BCD	44.04 AB
T4 Humus de lombriz + EMAS	7.45 BCD	27.85 ABC	46.00 AB
T5 Gallinaza + EMAS	4.68 D	17.33 D	29.67 B
T6 Bocashi + EMAS	6.48 BCD	17.50 D	39.48 AB
T7 Químico 10-30-10	9.06 AB	30.50 AB	38.43 AB

Mediante los resultados obtenidos en la investigación para la variable número de vainas, se evidencia una diferencia significativa en los tratamientos con gallinaza, resaltando su eficacia como fertilizante orgánico en el cultivo del fréjol. De acuerdo con la prueba de Tukey al 5%, el tratamiento T1 (gallinaza) presentó el mayor número de vainas en todas las fechas evaluadas: a los 115 días alcanzó un promedio de 11,11 vainas por planta, aumentando progresivamente a 32,11 a los 135 días, y finalizando con 52,29 vainas a los 150 días.

Esto se pudo notar tras el seguimiento del cultivo del fréjol, ya que las plantas tratadas con gallinaza mostraban un crecimiento vigoroso, con un desarrollo foliar abundante, tallos más fuertes y un color verde más intenso, lo que generó un mayor número de vainas por planta.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Luna et al. (2023), quienes, en su investigación sobre la evaluación de varios componentes en el rendimiento del fréjol, indicaron que las micorrizas y la gallinaza fueron los tratamientos más efectivos en variables como número de vainas, número de granos y peso de semillas. Aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas en todos los casos, el análisis de la prueba DMS permitió destacar que la gallinaza mostró un desempeño superior de manera constante. Por su parte, el humus de lombriz también mostró contribuciones positivas, logrando un promedio de 46 vainas por planta, aunque con resultados más moderados en comparación con los tratamientos con gallinaza.

Mediante estos resultados, se afirma que la gallinaza como enmienda orgánica es sumamente eficiente, ya que actúa de forma inmediata en el suministro de nutrientes esenciales como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), elementos fundamentales para el desarrollo de órganos reproductivos como las vainas.

4.1.5. Rendimiento de frutos (vainas en estado de cosecha en verde) en el cultivo del fréjol

Tabla 20. Prueba de Shapiro Wilks para el rendimiento de frutos.

Variable	n	Media	D.E.	W*	P (unilateral D)
Peso	28	1.90	0.39	0.92	0.1358

Leyenda: Variable= Variable evaluada; N=Número de observaciones; Media=promedio de los datos; D.E.= desviación estándar; W*= Shapiro-Wilk; P (unilateral D) = Valor de probabilidad (p-valor) para la prueba de normalidad.

En la tabla (20) el análisis de la varianza se puede observar que existe una diferencia significativa ($p=0.0117$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 15.72% demostrando que la investigación se realizó de manera correcta; y una media de 1.89 kg.

Tabla 21. Análisis de varianza para el rendimiento de frutos en el cultivo del frejol.

F.V.	GL	Rendimiento de vainas por planta
		p-valor
Tratamiento	6	0.0117 *
Repeticiones	3	0.3295
Error	18	
Total	27	
CV %		15.72
Medias kg/planta		0.810

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

Para la misma variable se presenta, en la tabla (15) la prueba de tukey al 5%. Se puede observar que el tratamiento T1 (gallinaza) es el más destacado con un promedio de 1,0251 kg por planta evaluada, seguido del tratamiento T5 (gallinaza + EMAS) con una media de 0,993 kg mientras que el menor número de vainas obtuvo es el T4 (Humus de lombriz + EMAS) con una media de 0.540 kg.

Tabla 22. Prueba de tukey al 5% para el rendimiento de las vainas por planta.

Tratamientos	Rendimiento de vainas por planta
T1 gallinaza	1.025 A
T2 Bocashi	0.812AB
T3 Humus de lombriz	0.867AB
T4 Humus de lombriz + EMAS	0.540AB
T5 Gallinaza + EMAS	0.993 A
T6 Bocashi + EMAS	0.622 B
T7 Químico 10-30-10	0.816AB

Mediante los resultados de la investigación, se demuestra que el tratamiento T1 (gallinaza) es el más destacado, con un promedio de 1.025 kg por planta evaluada, mientras que el menor número de vainas obtenido es el T4 (Humus de lombriz + EMAS), con una media de 0.540kg. Estos resultados evidencian la efectividad de la gallinaza como fertilizante orgánico en el incremento del peso de las vainas.

Durante la formación y llenado de vainas, el fréjol tuvo una buena disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, el cual contribuye a una mayor acumulación de biomasa y al desarrollo adecuado de los granos dentro de la vaina. Así, las plantas

con mejor nutrición no solo producen más vainas, sino que estas vainas también tienden a ser más largas, gruesas y pesadas.

Lo cual coincide con lo señalado por Hernández (2021), quien indica que la gallinaza mejora significativamente la calidad del producto debido a su alto contenido de nutrientes de rápida disponibilidad. El cual, el mismo autor manifiesta que en su investigación el mejor tratamiento es el T5 (gallinaza + biol), con un promedio de 2,46 de peso por sitio, seguido del T6 (vermicompost + biol), con 2,21 de peso, mostrando que la gallinaza mejora la calidad del producto y el peso del mismo.

4.1.6. Longitud de las vainas por planta

Tabla 23. Prueba de Shapiro Wilks para longitud de las vainas por planta.

Variable	N	Media	D.E.	W*	P (unidad D)
Largo de las vainas	28	9.74	0.37	0.94	0.1934

Leyenda: Variable= Variable evaluada; N=Número de observaciones; Media=promedio de los datos; D.E.= desviación estándar; W*= Shapiro-Wilk; P (unilateral D) = Valor de probabilidad (p-valor) para la prueba de normalidad.

En la tabla (24) el análisis de la varianza para la variable longitud de las vainas se puede observar que existe una diferencia significativa ($p=0.0245$) entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2.81% demostrando que la investigación se realizó adecuadamente; y un error experimental de la media de 9.59

Tabla 24. Longitud de la vaina por planta.

F.V.	GL	Largo de vainas p-valor
Tratamiento	6	0.0245 *
Repeticiones	3	0.6820
Error	18	
Total	27	
CV %		2.81
Media (cm)		9.59

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

En la prueba de tukey al 5% para longitud de las vainas se muestra que el tratamiento T1 (gallinaza) fue el que mejores resultados obtuvo con una media de 10,16 cm largo de las plantas, seguido de T3 (humos de lombriz) con una media de 10.00 cm largo de las plantas los tratamientos con la respuesta menos favorables fueron el T2 (bocashi) con los valores 8.82 cm del largo de las vainas.

Tabla 25. Prueba de tukey al 5% para largo de las diez vainas al azar por sitio.

Tratamientos	Vainas en cm
T1 gallinaza	10.16 A
T2 Bocashi	8.82 ABC
T3 Humus de lombriz	10.00 AB
T4 Humus de lombriz + EMAS	9.51 BC
T5 Gallinaza + EMAS	9.52 ABC
T6 Bocashi + EMAS	9.85 ABC
T7 Químico 10-30-10	9.32 C

En la presente investigación se evaluó la variable "longitud de las vainas por plant, tal como se muestra en la tabla 17, donde se indica que existe una diferencia significativa en la longitud de las vainas entre tratamientos. Los mejores resultados, según la prueba de Tukey al 5 %, correspondieron al tratamiento con gallinaza (T1), que presentó el mayor promedio, con una media de 10,16 cm, seguido del tratamiento con humus de lombriz (T3), con una media de 10,00 cm. Por el contrario, el tratamiento con bocashi (T2) mostró el menor promedio, con 8,82 cm, siendo el tratamiento con menor longitud de vainas.

Estos resultados se deben a que la gallinaza es un fertilizante muy eficaz para estimular el crecimiento de la longitud de las vainas, gracias a su rápida disponibilidad de nutrientes y elevada concentración de elementos esenciales. Mientras que el humus de lombriz le siguió en efectividad por sus componentes nutricionales en el tiempo óptimo de desarrollo de las vainas. Por otro lado, el bocashi demostró un efecto limitado en esta variable, quizás por una liberación de nutrientes más lenta.

Esta investigación es corroborada por Zumba (2024), quien evaluó distintos tipos de fertilizantes orgánicos en el desarrollo morfológico del fréjol y encontró que los tratamientos con gallinaza y humus de lombriz presentaron los mejores resultados, con una media de 11,00 cm y 10,50 cm en cuanto a longitud de las vainas y número de granos por planta, debido a que estos abonos orgánicos mejoran notablemente las características morfológicas y fisiológicas del cultivo. El mismo autor manifiesta que, para maximizar los nutrientes de los abonos orgánicos, es crucial que estén bien compostados y tengan una relación carbono/nitrógeno (C/N) idónea. Además, un suelo con un pH óptimo y una buena cantidad de materia orgánica son esenciales para asegurar que los nutrientes necesarios para la elongación de las vainas estén presentes en el momento preciso.

El uso de gallinaza y humus de lombriz representa una alternativa altamente efectiva y sostenible para el mejoramiento de la longitud de las vainas en el cultivo del fréjol. Estos abonos orgánicos no solo aportan nutrientes esenciales, sino que también favorecen la salud del suelo, incrementan el rendimiento y mejoran la calidad del cultivo, por lo que su uso es recomendable en prácticas agrícolas sostenibles.

4.1.7. Presencia de granos en vainas por planta en estado de cosecha en verde

Tabla 26. Prueba de Shapiro Wilks para el Número de granos en vainas por planta

Variable	N	Media	D.E.	W*	P (unidad D)
N granos por vainas	28	4.96	0.28	0.91	0.0461

Leyenda: Variable= Variable evaluada; N=Número de observaciones; Media=promedio de los datos; D.E.= desviación estándar; W*= Shapiro-Wilk; P (unilateral D) = Valor de probabilidad (p-valor) para la prueba de normalidad.

En la tabla (26) análisis de la varianza para el numero de granos de diez vainas al azar se puede evidenciar que no existe diferencia significativa ($p=0.3428$) entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 5.74% demostrando que la investigación se realizó adecuadamente; con una media de 4.96.

Tabla 27. Número de granos en vainas por planta.

F.V.	GL	Granos en vainas por planta p-valor
Tratamiento	6	0.3428 ns
Repeticiones	3	0.7342
Error	18	
Total	27	
CV:		5.74
Medias (#número de granos)		4.96

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

Mediante los datos obtenidos en la presente investigación, se determinó que, para el número de granos en diez vainas seleccionadas completamente al azar, no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Esto se debe a que los abonos orgánicos ayudaron directamente al llenado y formación de los granos del fréjol, mejorando su peso, pero no influyen en la cantidad de granos que puede tener cada vaina, ya que esta característica está principalmente determinada por factores genéticos. Lo que concuerda con la investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), en su informe de investigación de 2023, donde se evaluó el número de granos por vaina en el cultivar de fréjol Perome. En dicho estudio, se evidenció que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados.

De igual manera, según Coral (2023), quien cita a Gallardo y Jiménez, señala que la producción de semillas por vaina se ve principalmente afectada por elementos genéticos. Aunque se identificaron diferencias en otras características agronómicas, la cantidad de granos por vaina permaneció constante, sin variaciones importantes entre los distintos manejos. Por ello, se deduce que esta particularidad no se relaciona directamente con las prácticas de manejo agronómico o la fertilización empleada. Los nutrientes de los abonos orgánicos contribuyen mayormente a incentivar el llenado de las vainas y la conformación de la semilla, mas no alteran de forma sustancial el número de granos, el cual se define genéticamente.

4.1.8. Relación costo beneficio

La tabla 27 se muestra el análisis económico, en el que desglosa los costos de producción de los siete tratamientos que están relacionados a kilogramos por hectárea (kg/ha), también incluye el precio de venta del producto, la utilidad neta por tratamiento y el costo beneficio. Para este análisis se consideró un precio mínimo promedio de 15 dólares por saco (precio al cual se vendió el producto). Como se muestra a continuación todos los tratamientos crean una rentabilidad independientemente de la producción, de tal manera que el tratamiento T1 (Gallinaza) con un valor de \$2.30 y el tratamiento T5 (Gallinaza + emas) con un valor de \$2,03 son los que generan mayor utilidad, ósea que por cada dólar invertido se genera una ganancia de \$1.30 y \$1.03 respectivamente. Por otro lado, el tratamiento que genero la menor rentabilidad fue el T6 (Bocashi + emas) con un valor de \$0,53 lo que indica que no logra cubrir los costos de producción y, por ende, no produce un beneficio real.

Tabla 28. Relación costo beneficio (kg /Ha) de cada tratamiento con un precio de \$ 15 el saco.

Tratamientos	Costo Marginal	Costo por tratamientos	Costo total (producción)	Rendimiento (kg /Ha)	Valor ventas (\$)	Utilidad neta (\$)	Costo beneficio B/C (\$)
T1	1130.52	420.90	1551.42	34166.32	5124.90	3573.48	2.30
T2	1130.52	817	1947.52	27066.39	4059.95	2112.43	1.08
T3	1130.52	326.80	1557.32	28899.71	4334.95	2777.53	1.78
T4	1130.52	400.33	1530.85	17999.82	2669.99	1139.14	0.74
T5	1130.52	499.43	1629.95	33099.66	4964.94	3319.90	2.03
T6	1130.52	890.53	2021.05	20733.12	3109.96	1088.90	0.53
T7	1130.52	1372.52	2503.04	27199.72	4079.96	1576.81	0.62

En cuanto al beneficio económico de los tratamientos evaluados, el T1 (Gallinaza) mostró la mayor rentabilidad, seguido por el T5 (Gallinaza + EMAS). Estos resultados guardan una relación directa con el precio y el rendimiento del fréjol. Esta conclusión se corrobora con la investigación de Coral (2021), quien en su estudio señaló que el tratamiento T2 (gallinaza) también generó una mayor rentabilidad. Al analizar la relación costo-beneficio por tratamiento, se puede inferir que si el precio del saco de fréjol cae por debajo de \$15.52 valor registrado en la base de datos del Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA) en marzo de 2020, el productor incurre en pérdidas. Sin embargo, si el precio alcanza o supera el \$15.52 (variando según la calidad del producto y la variedad), la época resulta ser muy provechosa para los productores, ya que obtienen ganancias. Por lo tanto, se puede afirmar que \$15.00 representa un precio mínimo sostenible para el productor.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El uso de abonos orgánicos como humus de lombriz, bocashi y gallinaza, mejoró significativamente el desarrollo morfológico del cultivo de fréjol, alcanzando un 90,38 % de germinación, un promedio de 52,29 vainas por planta y una longitud promedio de vaina de 10,16 cm. Estos resultados confirman que la gallinaza (T1) es la más destacada, concluyendo que esta práctica agroecológica representa una alternativa sostenible y eficaz que reduce el uso de químicos y favorece al ambiente.
- Con base en los resultados obtenidos, se determinó que el tratamiento con gallinaza (T1) fue el que produjo el mayor rendimiento con una media de 52,29 vainas de fréjol por planta, superando significativamente al resto de tratamientos evaluados.
- En relación al costo beneficio en el cultivo de fréjol pudimos encontrar que el tratamiento T1 (Gallinaza) es el mejor debido a que se obtiene una ganancia de \$1.30 por cada dólar invertido al momento de la cosecha, obteniendo de esta forma mayores beneficios que con la fertilización química.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de abonos orgánicos como gallinaza, humus de lombriz y bocashi, para mejorar el cultivo de fréjol. Esta práctica sostenible mejora el desarrollo de la planta, la salud del suelo y permite una producción más limpia. Se destaca la gallinaza por su alto contenido nutricional y su impacto positivo en el rendimiento.
- Se sugiere ampliar las investigaciones sobre este tipo de abono orgánico denominado gallinaza en otros cultivos ya que estos le pueden aportar al suelo nutriente como nitrógeno, potasio, fósforo, y la planta puede obtener de forma fácil dichos nutrientes y de esta manera se desarrollarse mejor.

- Se recomienda el uso de abonos orgánicos como la gallinaza que permite la disminución de costos de producción; además son amigables con el ambiente.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguñaga Bravo, A., Medina Dzul, K., Garruña Hernández, R., Latournerie Moreno, L., & Ruíz Sánchez, E. (2020). Efecto de los fertilizantes orgánicos sobre el rendimiento, valor nutricional y capacidad antioxidante del tomate verde (*Physalis ixocarpa*). *Ley Universitaria*, 30(2), 255-278. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2475>
- Alemán, M. & Calero, L. (2021). *Fertilización orgánica y sintética en el crecimiento y rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L) en Masatepe, Masaya 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria], Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/4536/1/tnf04a367f.pdf>
- Álvarez Palomino, L., Vargas Bayona, J. E. & García Díaz, L. K. (2018). Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales. *Spei Domus*, 14(28-29), 1-10. <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2018.01.04>
- Bedoya, R. A. & Maldonado, M. (2022). Características nutricionales y antioxidantes de la especie de haba (*Phaseolus coccineus*). *Revista Chilena de Nutrición*, 49 (1), 34-42. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000100034>
- Benedicto Valdés, G. S., Montoya García, C. O., Ramírez Ayala, C., & Escalante Estrada, J. A. (2019). Incorporación de fertilizantes orgánicos y liberación de C-CO2 como indicador de mineralización de carbono. *Ecosistemas y recursos agrícolas*, 6 (18), 513-522. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2022>
- Carrodegua Díaz, S., Santana Baños, Y. & Linares Camejo, A. (2021). Rendimiento de cultivares de frijol común en dos localidades de Pinar del Río. *Avances*, 23(4), 397-406, <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/651/1834>
- Casas Rodríguez, S. & Guerra Casas, L. D. (2020). Aves de corral, afectación al medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32 (3), 87-102. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300087&lng=es&tlng=es.
- Escalante Estrada, Y. I., Escalante Estrada, J. A. S., & Samper Escalante, L. D. (2023). Antracnosis en cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). *Foro de estudios sobre guerrero*, 9(2), 1-7. <https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/845>
- Espinosa CunuhayK., Vásquez Carrera, P., López Bosquez J., Galarza Baque, J., & Jami Caluña, L. (2023). Respuesta agronómica del frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L.*) con la aplicación de abonos en dos localidades: Agronomic

- response of forty bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with the application of fertilizers in two locations. *Revista UTCiencia: I-ISSN: 1390-6909. E-ISSN: 2602-8263*, 10(3), 90-106. <http://investigacion.utc.edu.ec/index.php/utciencia/article/view/586>
- Guamán Guamán, R. N., Desiderio Vera, T. X., Villavicencio Abril, Á. F., Ulloa Cortázar, S. M., & Romero Salguero, E. J. (2020). Adaptabilidad de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la parroquia Luz de América - Ecuador. *Siembra*, 7 (1), 70-79. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1908>
- Huebla Concha. V. Condo Plaza, L. Arias Alemán, L. & Tapia Cabrera, N.(2021). Comportamiento productivo del *Pennisetum* sp a la aplicación de 10-30-10, gallinaza y urea en el cantón Morona Santiago. *Revista Conciencia Digital*. 4(2), 256-268. ISSN: 2600-5859
- Lata Álvarez, L. A., & Llerena Ramos, L. T. (2022). Efecto del humus líquido en variables de crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 769-778. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3570
- 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
- Manassero Mas, M.A. & Vázquez Alonso, A. (2019) Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3104. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3104
- Maqueira López, L. A., Roján Herrera, O., Solano Flores, J., Santana Ges, Iracely M., & Fernández Márquez, D. (2021). Productividad del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Parte I. Comportamiento en base a variables meteorológicas. *Cultivos tropicales*, 42 (3), .http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000300007&lng=es&tlng=es.
- Menacé Almeida, M., Marín Cuevas, C. V., Alcívar Vera, D. M., & Herrera Feijoo, R. J. (2023). Evaluación del rendimiento de abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo y producción de la soya (*Glycine max*). *Código Científico Revista De Investigación*, 4(E2), 326–342. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/nE2/210>
- Mendivil Lugo, C., Nava Pérez, E., Armenta Bojórquez, A. D., Ruelas Ayala, R. D., & Félix Herrán, J. A. (2020). Elaboración de un fertilizante orgánico tipo bokashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Bioteconología*, 22 (1), 17-23. <https://doi.org/10.18633/biotecnica.v22i1.1120>
- Morales Soto, A. & Lamz Piedra, A. (2020). Métodos de mejora genética en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente al Virus del Mosaico Dorado

Amarillo del Frijol (BGYMV). *Cultivos Tropicales*, 41 (4), <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266197010/193266197010.pdf>

Rodríguez, P. Sánchez, C. (2021). Producción ecológica de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en las condiciones edafoclimáticas del III Frente. *Revista Redalyc*. 1(2), 60-70. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181369731005/html/>

Román, T. (2019). *Rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) con cuatro fuentes de abonos orgánicos en el distrito nuevo imperial, cañete*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina], Lima-Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3d605f67-6675-4c42-b763-a73986e468b8/content>

Seraquive, V. (2018). *Evaluación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris) variedad panamito blanco en la finca cuatro caminos de la parroquia y cantón Chaguarpamba, provincia de Loja*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja], Loja-Ecuador. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/14087/1/TESIS%20BIBLIOT ECA.pdf>

Vinces, R. (2020). *Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares de fréjol común (Phaseolus vulgaris) en las condiciones edafoclimáticas de la granja Santa Inés*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala], Machala-Ecuador. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16153/1/TTUACA-2020-IA-DE00036.pdf>

Campos Bajaña, L. M., & Nicola Sellan, M. L. (2022). Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) en el Recinto Calope de Garrido Cantón Pangua Provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8967>

Morocho, C., & Leyva, J. (2019). Efecto de los Microorganismos Eficientes (ME) en el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol en condiciones de campo. Recuperado de <https://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/441/4412517011/index.html>



Moreno, M. (2003). Fisiología del cultivo del fréjol. En Peralta, G. (2004). Manejo agronómico del fréjol común en condiciones tropicales (pp. XX-XX). Editorial Universitaria.

Peralta, G. (2004). Manejo agronómico del fréjol común en condiciones tropicales. Editorial Universitaria.

Estrada, F. (2004). Uso de abonos orgánicos en la agricultura sostenible. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI


FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA
ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

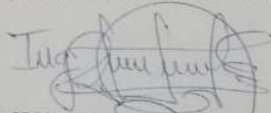
ESTUDIANTE: Andraugo Alba Marco Elias	CÉDULA DE IDENTIDAD: 1756235170
PERIODO ACADÉMICO: 2025A	DOCENTE TUTOR: MSc. CARLOS DAVID HERRERA RAMIREZ
PRESIDENTE TRIBUNAL: PHD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL	DOCENTE: MSc. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO
TEMA DEL TIC: "Evaluación de la aplicación de abonos orgánicos en combinación con microorganismos eficientes en el cultivo de frejol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC"	

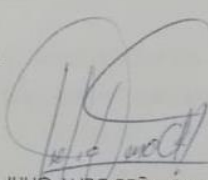
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,67	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,67	Corregir faltas de ortografía
3	METODOLOGÍA	7,67	Analizar la metodología del ensayo
4	RESULTADOS	7,67	Revisar las tablas de análisis económico, un plus sobre los bioinsumos
5	DISCUSIÓN	7,67	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,67	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,67	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,67	Revisar normas de redacción, faltas de ortografía y formato

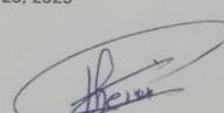
Obteniendo una nota de: **7,67** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizados por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **Wednesday, June 25, 2025**


PHD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSc. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO
DOCENTE


MSc. CARLOS DAVID HERRERA RAMIREZ
DOCENTE TUTOR

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE
LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET

NAME: Andrango Alba Marco Elias

DATE: Jueves, 3 de julio de 2025

Topic: “Evaluación de la aplicación de abonos orgánicos en combinación con microorganismos eficientes en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC”.

MARKS AWARDED

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE

VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of Text	Some of the message has been communicated and the type of text is little Confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Andrango Alba Marco Elias

Fecha de recepción del abstract: Jueves, 3 de julio de 2025

Fecha de entrega del informe: Jueves, 3 de julio de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Proceso experimental



Figura 4. Preparación del terreno



Figura 5. Siembra



Figura 6. Desyerbe y fertilización




Figura 7.Tutorado y fertilización



Figura 8. Cosecha y pesado de frejol

Anexo 4. Análisis de suelo del sitio del experimento



LABONORT


LABORATORIOS NORTE
Av. Cristóbal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050


REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO Nombre: Centro Experimental UPEC Ciudad: Huaca Teléfono: 0982501591 Fax:		DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Huaca Parroquia: Sitio: Centro Experimental UPEC	
DATOS DEL LOTE Sitio: Centro Experimental UPEC Superficie: Número de Campo: Muestra #1 Cultivo Actual: A Cultivar:		DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11762 Tipo de Análisis: Completo + T Muestra: Suelo, muestra 1 Fecha de Ingreso: Fecha de Reporte:	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	43.75	ppm	
P	9.57	ppm	
S	10.00	ppm	
K	0.32	meq/100 ml	
Ca	8.27	meq/100 ml	
Mg	0.82	meq/100 ml	
Zn	3.08	ppm	
Cu	0.87	ppm	
Fe	191.36	ppm	
Mn	2.81	ppm	
B	0.32	ppm	
pH	5.05		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.160	mS/cm	
MO	14.50	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	g/100g	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	MTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
10.00	2.50	28.41	9.41			53.20	36.00	10.80	Franco arenosa

Dr. Quím. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio 



Anexo 5. Costos de producción por Ha del cultivo del frejol

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL EXPERIMENTO				
Cultivo: frejol				Sistema: Convencional
Cantón: Huaca				Provincia: Carchi
Responsable: Marco Andrango				Fecha:
Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total
MANO DE OBRA				
Trazado	2	Jornal	\$15.00	\$30.00
Surcado	2	Jornal	\$15.00	\$30.00
Siembra	2	Jornal	\$15.00	\$30.00
Deshierbas y fertilización	2	Jornal	\$15.00	\$30.00
Aporque y fertilización	2	Jornal	\$15.00	\$30.00
Fumigación	1	Jornal	\$15.00	\$15.00
Cosecha	5	Jornal	\$15.00	\$75.00
				\$240.00
INSUMOS				
Semilla	10	Libras	\$1.30	\$13.00
Gallinaza	100	Libras	\$0.30	\$30.00
				\$43.00
MAQUINARIA-EQUIPOS-MATERIALES				
Arada rastra	1	Horas	\$25.00	\$25.00
Análisis de suelo	1	Análisis	\$60.00	\$60.00
Madera	75	palos	0.80	60.00
Alambre	100	Metros	30.00	30.00
Cabuya	1000	Metros	20.00	20.00
Cosecha				
Sacos	10	Unidad	\$0.20	\$2.00
Transporte	1	Carrera	\$12.00	\$12.00
Costo total de producción				1551.42

Anexo 6. Tabal de relación costo beneficio del cultivo del frejol

Tratamientos	Costo Marginal	Costo por tratamientos	Costo total (producción)	Rendimiento (kg /Ha)	Valor ventas (\$)	Utilidad neta (\$)	Costo beneficio B/C (\$)
T1	1130.52	420.90	1551.42	34166.32	5124.90	3573.48	2.30
T2	1130.52	817	1947.52	27066.39	4059.95	2112.43	1.08
T3	1130.52	326.80	1557.32	28899.71	4334.95	2777.53	1.78
T4	1130.52	400.33	1530.85	17999.82	2669.99	1139.14	0.74
T5	1130.52	499.43	1629.95	33099.66	4964.94	3319.90	2.03
T6	1130.52	890.53	2021.05	20733.12	3109.96	1088.90	0.53
T7	1130.52	1372.52	2503.04	27199.72	4079.96	1576.81	0.62