

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de bioinsumos enriquecidos con la roca fosfórica en el cultivo de haba (*Vicia faba L.*) en la Hacienda San Francisco, Huaca-Carchi”

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

AUTOR: Martinez Taimal Jhon Jairo

TUTOR: MSc. Mora Quilismal Segundo R, PhD.

Tulcán, 2023

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Martinez Taimal con el número de cédula 0401951439 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioinsumos enriquecidos con la roca fosfórica en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en la Hacienda San Francisco, Huaca-Carchi"

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

MSc. Mora Quilismal Segundo R, PhD.

TUTOR

Tulcán, diciembre de 2023

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, Martinez Taimal Jhon Jairo con cédula de identidad número 0401951439 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



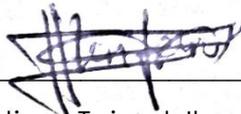
Martinez Taimal Jhon Jairo

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Martínez Taimal Jhon Jairo declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioinsumos enriquecidos con la roca fosfórica en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en la Hacienda San Francisco, Huaca-Carchi " y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Martínez Taimal Jhon Jairo

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2023

AGRADECIMIENTO

A papito Dios, por regalarme la salud y vida para poder cumplir una de mis metas, por no dejarme solo en este camino profesional y por sus bendiciones, de igual manera agradecer a mis padres Edwin Martinez y Pilar Taimal por ser mis pilares fundamentales en el apoyo y guía además por ser pacientes en los momentos más difíciles y de igual manera a mis hermanos Leandro y Geovanny quienes me han dado su cariño y soporte a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradecer a las amistades que estuvieron en cada momento más difícil, y también en cada momento de alegrías por brindarme su amistad a lo largo de toda la carrera.

A mi tutor, Msc. Ramiro Mora, quien con su conocimiento, apoyo y paciencia supo guiarme de la mejor manera en el desarrollo de mi investigación.

A los maestros, agradezco inmensamente su ayuda y conocimiento que estuvieron dispuestos a brindarme su tiempo para un consejo en momentos difíciles, siempre los llevare en mis recuerdos como excelentes maestros.

Y finalmente agradecer a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por brindarme sus puertas abiertas y permitirme formar como profesional en sus aulas, siempre la llevare en el corazón como mejor universidad.

Martínez Taimal Jhon Jairo

DEDICATORIA

Esta investigación la quiero dedicar a papito Dios por que siempre ha estado a mi lado con su protección y bendición, de igual manera quiero dedicárselo a mis padres y hermanos quienes a lo largo de mi carrera universitaria estuvieron apoyándome y más que todo dándome consejos para no caer derrotado y siempre levantarme, me supieron guiar por buen camino, son mi fuerza y mi motor para seguirme superando cada día más y ser una gran persona.

Martinez Taimal Jhon Jairo

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
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 Gener.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1. Cultivo de haba.....	20
2.2.1.1 Origen e importancia del haba.....	20
2.2.1.2 El haba en el Ecuador.....	20
2.2.1.2 El cultivo de haba en la provincia del Carchi.....	20
2.2.2. Taxonomía y fenología del haba.....	21
2.2.3. Descripción botánica del haba.....	21
2.2.4. Categoría de la semilla de haba.....	22
2.2.5. Variedades.....	22
2.2.6. Etapas fenológicas del cultivo de haba.....	23
2.2.7. Requerimientos Edafoclimáticos.....	24
2.2.8. Prácticas Culturales.....	25
2.2.8.1. Preparación del terreno.....	25

2.2.8.2. Semilla	25
2.2.8.3. Siembra	25
2.2.8.4. Densidad de siembra.....	25
2.2.8.5. Fertilización	25
2.2.9. Plagas y Enfermedades.....	26
2.2.9.1. Mancha de chocolate (<i>Botrytis Fabae</i>)	26
2.2.9.2. Minador de la hoja (<i>Liriomyza trifolii</i>)	26
2.2.10. Características edafoclimáticas de la provincia del Carchi.....	26
2.2.11. Fertilización orgánica.....	27
2.2.12. Temperatura en la que se desarrolla	27
2.2.13. Vermicompost.....	28
2.2.13.1. Ventajas del vermicompost	29
2.2.13.2. Características de la lombriz roja Californiana (<i>Eisenia foetida</i>)..	29
2.2.13.3. Aplicación de vermicompost	30
2.2.14. Micorrizas	31
2.2.14.1. Importancia de las micorrizas en la agricultura	31
2.2.14.2. Beneficios de las micorrizas	32
2.2.14.3. Elaboración de micorrizas	33
2.2.14.4. Función de las micorrizas.....	33
2.2.15. Roca Fosfórica.....	34
2.2.15.1. Elaboración de roca fosfórica	35
2.2.15.2. Eficiencia de la fertilización fosfórica	35
2.2.15.3. Características químicas de la roca fosfórica.....	35
2.2.15.4. Uso y beneficios de la roca fosfórica	36
2.2.15.5. Formas de aplicación de la roca fosfórica.....	36
2.2.16. 10-30-10....	37
2.2.16.2. Composición	37
2.2.17 Composición de los productos.....	38

III. METODOLOGÍA	39
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	39
3.1.1. Enfoque.....	39
3.1.2. Tipo de Investigación.....	39
3.2. HIPÓTESIS	39
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	40
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.4.1. Localización del experimento.....	41
3.4.2. Superficie del Ensayo.....	41
3.4.3. Tratamientos del experimento.....	41
3.4.4. Descripción y caracterización del experimento.....	42
3.4.5. Distribución de los tratamientos.....	43
3.4.6. Población y Muestra.....	43
3.4.6. Selección de las unidades experimentales (plantas).....	43
3.4.7. Manejo del Experimento.....	44
3.4.7.1. Materiales.....	44
3.4.7.2. Procedimiento.....	44
3.4.8. Variables evaluadas.....	45
3.4.9. Análisis Estadístico	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. CONCLUSIONES	64
5.2. RECOMENDACIONES	65
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
VII.ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del haba (<i>vicia faba L.</i>).....	21
Tabla 2. Composición de los productos.....	38
Tabla 3. Definición y Operación de las Variables.....	40
Tabla 4. Descripción de los tratamientos.....	42
Tabla 5. Características del diseño experimental.....	42
Tabla 6. Esquema de análisis de varianza ANOVA.....	46
Tabla 7. ANAVAR de la altura de plantas en cm a los 30,60 y 90 dds.....	48
Tabla 8. ANAVAR del diámetro de tallo en mm a los 30,60,90 y 120 días.....	51
Tabla 9. ANAVAR de número de flor en unidades a los 90, 120 días.....	54
Tabla 10. ANAVAR del largo de la vaina en cm.....	56
Tabla 11. ANAVAR del número de granos en unidades dentro de la vaina.....	58
Tabla 12. ANAVAR del peso de granos en gr.....	59
Tabla 13. Análisis económico.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapa de floración y de llenado de frutos.....	22
Figura 2. Fases del desarrollo y su ciclo vegetativo.....	24
Figura 3. Vermicompost	28
Figura 4. Lombriz roja californiana	30
Figura 5. Ciclo de vida de la lombriz roja	30
Figura 6. Micorrizas	31
Figura 7. Beneficios de las micorrizas	32
Figura 8. Roca Fosfórica.....	34
Figura 9: Ubicación geográfica del terreno.....	41
Figura 10. Diseño experimental	42
Figura 11. Distribución de los tratamientos.....	43
Figura 12. Diseño de la parcela experimental.....	43

Figura 13. Altura de planta en cm a los 30 días	48
Figura 14. Altura de planta a los 60 días en cm	49
Figura 15. Altura de planta a los 90 días en cm	50
Figura 16. Diámetro de tallo en mm a los 30 días.....	52
Figura 17. Diámetro de tallo en mm a los 60 días.....	52
Figura 18. Diámetro de tallo en mm a los 90 días.....	53
Figura 19. Diámetro de tallo en mm a los 120 días.....	54
Figura 20. Número de flores en unidades a los 90 días	55
Figura 21. Número de flores en unidades a los 120 días	56
Figura 22. Largo de vaina en cm.....	57
Figura 23. Número de granos en unidades de cada vaina.....	58
Figura 24. Peso de grano verde en gr	60
Figura 25. Identificación del terreno.....	73
Figura 26. Preparación de terreno.....	73
Figura 27. Trazado del terreno.....	73
Figura 28. Fertilización	73
Figura 29. Elaboración de letreros	73
Figura 30. Control fitosanitario.....	73
Figura 31. Fumigación.....	74
Figura 32. Labores culturales	74
Figura 33. Toma de datos	74
Figura 34. Cosecha	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	70
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	71
Anexo 3. Ensayo de campo.....	73
Anexo 4. Análisis de suelo.....	75
Anexo 5. Costos de producción.....	76

RESUMEN

El objetivo de este estudio es evaluar un bioinsumo rico en roca fosfórica en el cultivo de haba (*Vicia faba L.*) y determinar su desempeño. El estudio se realizó en el Centro Experimental San Francisco en la provincia del Carchi, en el cantón Huaca. Para realizar las pruebas se utilizó una configuración experimental con bloques completos aleatorios. El experimento consta de 8 tratamientos y 4 repeticiones utilizando los siguientes tratamientos: T1 lombricomposta, T2 roca fosfórica, T3 (micorriza), T4 (vermicompost + roca fosfórica), T5 (roca fosfórica + micorriza), T6 (roca fosfórica + micorriza), T7 (vermicompost + micorriza + roca fosfórica) y T8 (30-10-10), el área de estudio fue de 1225 metros cuadrados. La unidad experimental tuvo un área de 25 m² (5 m x 5 m) y estuvo sembrada con 35 plantas de haba. Las variables evaluadas fueron altura del tallo, diámetro del tallo, número de flores, número de granos en la vaina, peso de la vaina verde, largo de la vaina del haba verde, rendimiento del cultivo y rentabilidad del cultivo. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statistix. Se utilizaron la prueba de Tukey al 5% y la prueba MDS para comparar los valores medios obtenidos. Los resultados obtenidos muestran que el insumo biológico más eficiente en términos de rendimiento del cultivo es el T4 (vermicompost+ fosfato de Roca), logró una producción aproximada de 8179,50 kg/ha y fue la más destacada entre las variables evaluadas, seguida por T8 (química), que logró una producción de 7922,46 kg/ha. En cuanto a las variables rentabilidad y costo-efectividad, el mejor tratamiento fue el T4 (vermicompost+). Lin Rock) tuvo un ingreso neto de \$1,65 y una ganancia de \$1,67. Esto significa que, por cada dólar invertido, los agricultores obtendrán 0,67 dólares de beneficio.

Palabras Claves: Haba, vermicompost, roca fosfórica, micorrizas, bioinsumos.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate a bio input rich in phosphate rock in broad bean (*Vicia faba L.*) cultivation and determine its performance. The study was carried out at the San Francisco Experimental Center in the province of Carchi, at Huaca canton. To carry out the tests, an experimental configuration was used with completely random blocks. The experiment consists of 8 treatments and 4 repetitions using the following treatments: T1 vermicompost, T2 rock phosphate, T3 (mycorrhiza), T4 (vermicompost + phosphate rock), T5 (phosphate rock + mycorrhiza), T6 (phosphate rock + mycorrhiza), T7 (vermicompost + mycorrhiza + rock phosphoric) and T8 (30-10-10), the study area was 1225 square meters. The experimental unit had an area of 25 m² (5 m x 5 m) and planted with 35 bean plants. The variables evaluated were stem height, diameter of the stem, number of flowers, number of grains in the pod, weight of the green pod, length of the green bean pod, crop yield, and profitability of the crop. The Statistics program was used for statistical analysis. They used the 5% Tukey test and MDS test to compare the mean values obtained. The results obtained show that the most biological input efficient in terms of crop yield is T4 (vermicompost + phosphate of Roca), which achieved an approximate production of 8179.50 kg/ha and was the most stood out among the variables evaluated, followed by T8 (chemistry), which achieved a production of 7922.46 kg/ha. Regarding the profitability variables and cost-effectiveness, the best treatment was T4 (vermicompost+). Lin Rock) had a net income of \$1.65 and a profit of \$1.67. which means that, for each dollar invested, farmers will obtain \$0.67 in profit.

Keywords: Broad bean, vermicompost, phosphate rock, mycorrhizae, bio inputs.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la agricultura, el hombre ha domesticado a diferentes especies de plantas y animales para satisfacer sus necesidades. Gracias a la selección natural y artificial, así como avances en el mejoramiento genético, actualmente se dispone de una amplia gama de variedades de plantas y razas de animales que el hombre utiliza para su alimentación y otras demandas (Cubero, 2013).

El cultivo del haba es conocido internacionalmente por su gran importancia nutricional y económica. Las semillas se obtienen de las vainas y se pueden consumir frescas o secas con un contenido de proteína del 25%. Una vez que estas plantas se vuelven verdes, se utilizan como abono verde y las hojas y flores se utilizan como medicina herbaria. O puedes producir alimento para animales. Se trata de un producto muy importante para los agricultores, pero, salvo algunas experiencias muy aisladas de empresas privadas que utilizan la agricultura biológica para demostrar que este cultivo es económicamente viable y exportable, este cultivo hasta ahora ha estado infrutilizado rentabilidad (Gamarra, 2017).

Según el Instituto Nacional de Agricultura (2014)), esta haba tiene importancia económica y social en zonas superiores a los 2700 metros sobre el nivel del mar desde Carchi hasta Loja en Ecuador, y es un cultivo tradicional de la sierra ecuatoriana, donde se cultiva de forma independiente. sola o cuando se usa en conjunto con otros cultivos como maíz, quinua, papa y melloco, reduce la incidencia de plagas. Esta haba sirve como una excelente fuente de proteína en la dieta humana.

Una fertilización adecuada de los cultivos de leguminosas permite que las plantas sintetizen correctamente los aminoácidos necesarios, lo que conduce a mejores resultados y ahorra energía metabólica, lo que es útil en situaciones en las que las plantas se encuentran en un estado crítico durante su desarrollo. Por lo tanto, se puede dar la importancia necesaria a los fertilizantes orgánicos, ya que son respetuosos con el medio ambiente y además tienen un alto contenido en proteínas.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso excesivo de los agroquímicos y los envases de estos están surgiendo problemas para la salud humana, al medio ambiente y a la productividad de cultivos. Izquierdo (2017), manifiesta que el mal uso de los agroquímicos afecta a la calidad del suelo, ya que se aplican sin medida por el agricultor, y este uso cambia en el abonamiento del suelo, ocasionando pérdidas de los nutrientes que las plantas agrícolas necesitan para su desarrollo fenológico.

El monocultivo maximiza el uso de las tierras y las condiciones climáticas locales. En muchos casos, los agricultores siembran el cultivo que mejor crece en su localidad, lo que da una alternativa a los agricultores a seguir cultivando el mismo producto, uno de ellos es la papa. A los agricultores que realizan el monocultivo se les complica en la hora de controlar a las plagas de sus cultivos. Las plagas son más prolíferas en las tierras donde solo se cultiva el mismo producto año tras año, ya que ayuda al parásito reproducirse porque proporciona su alimento favorito en el mismo lugar durante mucho tiempo (Nakata, 2019).

Los agricultores han considerado los insumos como parte de los costos de producción, y que los fertilizantes son una pieza fundamental en el desarrollo de los cultivos. Holguín (2022) menciona que los costos de producción en cuanto al tema de fertilización van en incremento debido a que el agricultor se limita a consumir productos con precios elevados y no opta por alternativas sustentables y rentables, y así hasta que el cultivo deje de desarrollarse.

El desaprovechamiento de insumos de origen vegetal (residuos de la cosecha) y de origen animal como lo es el estiércol de cuy, caprinos, porcinos y ganado vacuno, debido al desconocimiento sobre el proceso de la elaboración de abonos orgánicos (Guerrero A, 2018). Razón por la cual el agricultor conlleva a utilizar agroquímicos como solución para su cultivo. Cuasquer (2013) considera que uno de los grandes problemas del agricultor de la sierra es el desconocimiento de la práctica de la fertilización oportuna, eficiente y limpia o libre de químicos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El desconocimiento de alternativas de producciones de haba, demuestran los bajos rendimientos por el exceso de agroquímicos y los altos costos de producción.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación ayudo a evaluar insumos orgánicos como ayuda a la agricultura local y usar una buena fertilización para reducir la aplicación de agroquímicos, que no afecten a la salud humana y menos al medio ambiente, además los abonos son ayudantes de obtención de micro y macronutrientes, así como hormonas que intervienen en el desarrollo vegetativo.

Una propuesta para dejar el monocultivo es la implementación de los policultivos ya que incrementan la estabilidad y producción de la cosecha, favoreciendo la presencia de polinizadores y disminuyen las plagas y malas hierbas (Isbell & Adler, 2017). El policultivo puede proporcionar algunos tipos de plantas que repelen las plagas y sirven como barreras naturales en las tierras de cultivo.

Este cultivo actualmente se cosecha en una superficie de 1043 hectáreas y está adquiriendo cada vez mayor importancia a medida que existen más productores en la región dedicados a este cultivo. Muchos factores afectan el rendimiento, Debido a enfermedades, desequilibrios nutricionales y condiciones climáticas, el rendimiento en la cosecha es de 3.820 toneladas por hectárea, brindando beneficios económicos a los agricultores de la región (INEC, 2018).

Las alternativas agroecológicas en los sistemas agrícolas de la región traen beneficios económicos a los productores al reducir el costo de compra de químicos. Una fertilización adecuada dará mejores resultados ya que las plantas sintetizarán con precisión los aminoácidos necesarios, ahorrando así energía metabólica y siendo muy útil en condiciones desfavorables durante el desarrollo de la planta. (Guamba, 2021). Los microorganismos o bioinsumos son benéficos en la agricultura porque ayudan a la producción y calidad del cultivo, mientras que aportan nutrientes al suelo, haciéndolo rico en minerales y fértiles.

El cultivo de haba en está expuesto a diferentes realidades desde la perspectiva de la gestión económica agrícola. Por lo tanto, se utilizan niveles bajos de tecnología para las habas crudas, ya que la mayoría de los agricultores son pequeños productores sin diferencias en el nivel de gestión. Tienen poco acceso a nuevas

mejoras tecnológicas y normalmente pueden obtener precios más bajos por vender sus productos. Esta realidad justifica la necesidad de estudiar nuevas propuestas tecnológicas que faciliten el cultivo de este cultivo acorde a sus características biológicas y aporten así una buena rentabilidad económica.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar bioinsumos enriquecidos con la roca fosfórica en el cultivo de haba (*Vicia faba L.*) en la Hacienda San Francisco, Huaca-Carchi

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los tratamientos en estudio para determinar cuáles son los más adecuados para el desarrollo y producción del cultivo de haba.
- Determinar cuál es el tratamiento que da el mejor rendimiento del haba.
- Analizar el costo beneficio de los tratamientos estudiados.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el mejor bioinsumo para desarrollar y producir el cultivo del haba?
- ¿Cuál de los tratamientos presenta el mejor rendimiento del haba?
- ¿Cuál de los tratamientos en estudio es el más rentable en términos de relación beneficio-costos?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación realizada por Ugar (2021) con el tema “Efecto de las aplicaciones de fertilizantes microbianos y vermicompost sobre el rendimiento y los parámetros relacionados con el rendimiento de habas (*vicia faba L.*) en condiciones agroclimáticas de las tierras altas del Mediterráneo oriental. En el área de prueba de una montaña remota al mar bajo un clima mediterráneo el sureste de Anatolia de Turquía. Como tratamientos se utilizó dosis vermicompost aplicada fueron 0,400, 800 y 1200 kg ha, también se utilizó inoculante de *Rhizobium leguminosarum* como fertilizante microbiano en los experimentos. Las variables calculadas fueron altura de la planta, diámetro de tallo, la altura de la primera vaina, el número de vainas por planta, el número de semillas por vaina, el peso de 100 granos y el rendimiento de grano y como resultados se encontró que la aplicación de 800 kg ha⁻¹ y 120 kg ha⁻¹ de vermicompost junto con la inoculación de *Rhizobium leguminosarum* fue superior para el rendimiento de grano y la aplicación de vermicompost resultó significativamente eficaz en la altura de la planta, la altura de la primera vaina, el número de vainas por planta, diámetro de tallo, el número de semillas por vaina, el peso de 100 granos y el rendimiento de grano.

En un estudio realizado por Guamba (2021) sobre el tema “Evaluación de tres tipos de fertilizantes orgánicos en la producción de dos variedades de haba (*Vicia faba L.*) en Huaca Carchi”, se evaluaron los siguientes tratamientos: Lombricomposta 50% 50% biol, gallinaza, vermicompost, 50% gallinaza, 50% orgánico. Al evaluar las siguientes variables: altura de la planta, yemas florales, inicio de floración, rendimiento de frutos secos y semillas, el estudio encontró que: En términos de características fenológicas, las variedades semiverdes son mejores y por ende mejoraron los rendimientos de semillas y frijol. El tratamiento fue T3 (50% biol, 50% vermicompost) utilizando la variedad Machtetona, con rendimiento de vaina de 22693,3 kg/ha y rendimiento de grano de 15284,24 kg/ha.

En la investigación realizada por Ghazhal, Ahmad & Khalyfa (2023) con el tema "Efecto del estiércol orgánico y fertilizante fósforo (piedra fosfórica) en el crecimiento y rendimiento de haba (*vicia faba L.*) en la universidad de Mosul, Facultad de agricultura y silvicultura, Departamento de Ciencias del suelo y recursos hídricos e la temporada de siembra (2020-2021) sus tratamientos fueron roca fosfórica a niveles (0, 60 y 120) kg P.ha⁻¹, el abono orgánico a niveles (0, 4 y 8) ton.ha⁻¹. Evaluando las siguientes variables: altura de la planta, el número de ramas, el porcentaje de clorofila, el número de vainas, longitud de la vaina, el número de semillas y el rendimiento de semillas, obteniendo como resultado la interferencia entre los factores (roca fosfórica + abono orgánico), tiene un efecto significativo sobre las características vegetativas y la cantidad y hubo superioridad del nivel (120 kgP.ha⁻¹ + 8 ton.ha⁻¹ del abono orgánico) y el uso de la roca fosfórica con los niveles (0, 60 y 120) kg P.ha⁻¹ llevó a un aumento significativo en las propiedades de la planta estudios con una superioridad del nivel (120) kgP.ha⁻¹ respecto al resto de niveles.

Mansour, Bolok & Mansy (2021) con el tema "Efecto de la biofertilización y algunos extractos de flora de Sinai sobre el crecimiento y rendimiento vegetativo de haba. En dos experimentos de campo en la estación experimental de la facultad de ciencias Agrícolas ambientales, Universidad de Arish, Sinai del Norte, Egipto, sus tratamientos contenían una combinación de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) + *Trichoderma harzianum* + *Rhizobium leguminosarum*. Tres tratamientos con extractos de plantas silvestres; es decir, se rociaron sobre plantas Qeysoom Gebeli (*Achillea fragrantissima L.*), Harmal (*Peganum harmala L.*) y Mitnaan (*Thymelaea hirsute L.*). Evaluación de las siguientes variables: longitud del tallo, número de ramas por planta, área foliar, peso seco y fresco de brotes, peso seco de raíces, rendimiento total por planta y peso de las semillas por vaina en ambas temporadas, obteniendo como mejores resultados indican que los biofertilizantes tuvieron un efecto significativo de todas las características estudiadas en ambas temporadas, la primera tuvo mejor crecimiento de plantas de haba; es decir, la longitud del tallo, el número de ramas por planta, el área foliar, mientras que *Thymelaea hirsute* y *Achillea fragrantissima* combinados con el tratamiento con biofertilizantes tuvieron efectos significativos en el rendimiento y sus componentes (longitud de la vaina, número de vainas por planta, peso medio de la vaina, rendimiento total por planta y peso de las semillas por vaina).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de haba

Las habas son muy fáciles de cultivar, excepto que no toleran el exceso de agua ni la sequedad extrema. Son plantas de raíces fuertes y tallos cuadrados, rectos y generalmente poco ramificados. El cultivo de habas tiene requisitos de suelo menos exigentes siempre que el suelo sea profundo, fresco y fértil. Además, la cal no les molesta, sino que incluso les va bien.

2.2.1.1 Origen e importancia del haba

Los orígenes de esta haba se remontan a miles de años, en la antigüedad, cuando se cosechaba cerca del Himalaya, Asia occidental y Afganistán. En la Edad Media, esta legumbre era la leguminosa más consumida, y en 1981 era la leguminosa más producida en forma verde y seca (Alimentación, 1999).

El haba es considerada la séptima leguminosa de grano más importante del mundo, siendo sus vainas y granos secos de gran importancia económica (FAO, 2022).

2.2.1.2 El haba en el Ecuador

En Ecuador, el cultivo de haba tiene valor económico y social, donde los agricultores la cosechan para su consumo local. En un área sembrada de 5995 ha se registra un promedio de producción de 27.873 toneladas de haba tierna en vaina, y como principal productor es la sierra, a nivel nacional, con el 90% de cosecha del país (INEC, 2018).

Las regiones que se dedican a la comercialización y producción de habas incluyen Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua. En estas áreas se cultivan diversos tipos de habas, tales como machetona, verde, común, chaucha, nuya, morada y chucheña (Rosero, 2015).

2.2.1.2 El cultivo de haba en la provincia del Carchi

En la región montañosa, el cultivo de habas es más común debido a las condiciones del suelo y del clima necesarias para su crecimiento. Se encuentra a altitudes que oscilan entre 2800 y 3400 metros sobre el nivel del mar. En el caso de Carchi, este cultivo no es prioritario para los agricultores, ya que su comercialización es complicada. La superficie cultivada de habas en esta zona varía en torno al 5 al 7 % (Guamba, 2021).

2.2.2 Taxonomía y fenología del haba

En la Tabla 1, se presenta la categorización taxonómica del haba.

Tabla 1. Taxonomía del haba (*vicia faba L.*)

TAXONOMÍA DEL HABA	
Reino	Plantas
División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosas
Subfamilia	Papilionáceas
Tribu	Viceas
Genero	Vicia
Especie	<i>Vicia faba L.</i>
Nombre común	Haba

Fuente: (Morales, 2006)

2.2.3. Descripción botánica del haba

Morales (2015) menciona:

- Raíz: La raíz principal es robusta y profunda, acompañada de múltiples raíces secundarias. La raíz principal es más gruesa que las raíces secundarias, que son más delgadas y se desprenden de la principal.
- Tallo: El tallo es hueco, generalmente erguido y de sección cuadrangular, alcanza una altura de hasta 1,50 metros y presenta ramificaciones en la base.
- Hojas: Las hojas son compuestas y se disponen de manera alterna. Son pinnadas y constan de 24 pares de folíolos glabros.
- Flores: Las flores son blancas y se encuentran en las axilas de las hojas, agrupadas en racimos cortos. Una característica distintiva de las flores es que aparecen en mayor cantidad en la parte superior de la planta.
- Frutos: Los frutos se presentan en vainas, con entre 1 y 4 por nudo. Inicialmente son verdes y carnosos, tornándose de color negro coriáceo cuando maduran. Las vainas verdes tienen un revestimiento interior de tela de terciopelo blanco, también conocida como "tela esponja". El número de semillas por vaina varía y puede oscilar entre 3 y 10 semillas.
- Semilla: Existen dos variedades de semillas, IINAP-440 Quitumbe (con granos de tamaño medio) e INIAP-441 Serrana (con granos grandes). Además de estas variedades, también existen variedades locales como Chaucha y Sangre de Cristo (Morales E. , 2015).

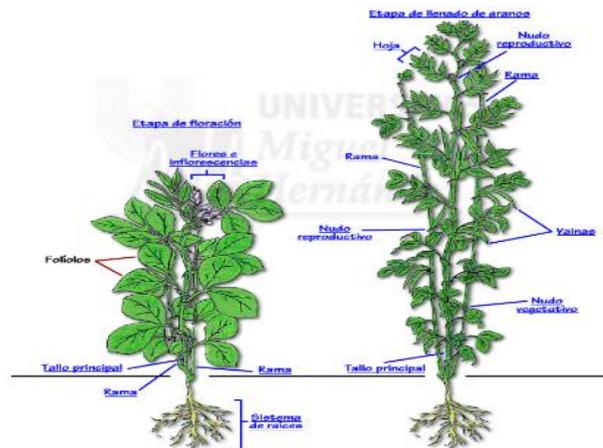


Figura 1. Etapa de floración y de llenado de frutos.
Fuente: (Espinoza, 2017)

2.2.4 Categoría de la semilla de haba

Agrocalidad (2015) describe la calidad de las semillas de la siguiente manera:

- Semilla básica: Se refiere a la semilla que se obtiene de material genético y es producida de forma natural. Luego, esta semilla pasa por un proceso de certificación para garantizar que cumple con los estándares establecidos.
- Semilla registrada: Este tipo de semilla proviene de la semilla básica y, tras un proceso de certificación, comienza a cumplir con los requisitos establecidos para esta categoría.
- Semilla certificada: Se trata de la semilla que proviene de la semilla básica o registrada y ha superado un proceso de certificación, cumpliendo con todos los requisitos de calidad establecidos para esta categoría.
- Semilla común (nativa y/o tradicional): Hace referencia a las semillas de variedades o especies mejoradas y a las variedades nativas registradas por MAGAP, que satisfacen los estándares de calidad establecidos en el acuerdo 393 y sus normativas complementarias.

2.2.5 Variedades

Las variedades más comunes son:

- Machtetona

Este cultivo tiene un ciclo de crecimiento que dura aproximadamente 6 meses desde la siembra hasta la cosecha de vainas verdes. Su período de vida comercial se extiende a 7.5 meses, permitiendo una cosecha en seco en ese tiempo (Atacushi D., 2019).

- Semiverde

Una variedad considerada como precoz tiene una altura que oscila entre 80 y 100 cm, muestra una propensión al ahilamiento, tiene tallos fuertes y no presenta ramificaciones significativas. Sus vainas pueden llegar a medir hasta 30 cm de longitud, y el número de granos por vaina varía entre 5 y 9. El ciclo vegetativo de esta variedad abarca desde los 200 hasta los 220 días (Huerto en alquiler, 2019).

2.2.6 Etapas fenológicas del cultivo de haba

Guerrero (2014), manifiesta las etapas fenológicas del cultivo de haba:

- Emergencia: Este término se refiere al momento en que las plántulas se vuelven visibles por encima de la superficie del suelo.
- Macollaje: Luego del primer nudo de la planta, surgen nuevos tallos adicionales, cuya cantidad puede variar de 3 a 6, dependiendo de la variedad.
- Botones florales: Se hace referencia a la aparición de los primeros botones florales en la planta.
- Floración: Este proceso se produce cuando la primera flor brota en el tallo principal de la planta.
- Fructificación: En esta etapa, se pueden observar vainas de aproximadamente 1 cm de longitud en el tallo principal. Las flores comienzan a marchitarse y los pétalos tienden a caerse.
- Madurez: En este momento, las semillas alcanzan su tamaño completo, y el color de las semillas cambia de verde a otro tono, dependiendo de la variedad. Además, las hojas adquieren un color amarillo y comienzan a marchitarse.

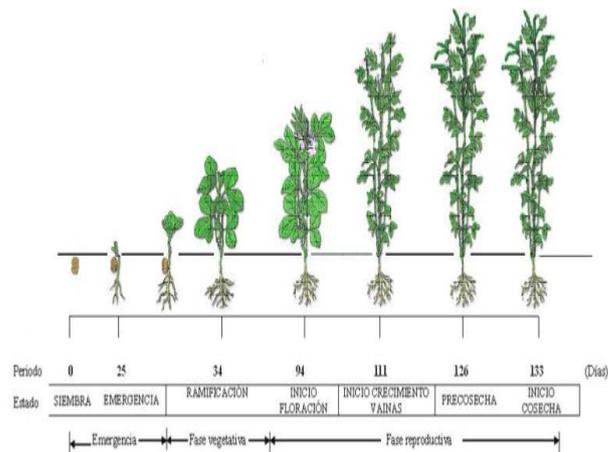


Figura 2. Fases del desarrollo y su ciclo vegetativo.
Fuente: (Delgado, 2017)

2.2.7 Requerimientos Edafoclimáticos

El cultivo de haba generalmente produce buenos rendimientos en altitudes que van desde los 200 hasta los 300 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, en ocasiones puede tolerar altitudes más elevadas de hasta 3600 metros, aunque a altitudes más bajas de alrededor de 1800 metros sobre el nivel del mar, se observa que las flores tienden a caerse y esto resulta en un rendimiento significativamente más bajo (Guamba, 2021).

El cultivo de haba se adapta mejor a suelos con un buen sistema de drenaje, preferiblemente ricos en materia orgánica, lo que a menudo se asocia con suelos de tipo negro. Las habas son resistentes a temperaturas bajas, pueden soportar sequías y tienen una tolerancia limitada a las heladas. Sin embargo, es importante evitar un exceso de humedad en el suelo, ya que esto puede ser perjudicial para la planta, aumentando la susceptibilidad a infecciones fúngicas en sus raíces y hojas (Delgado, Rendimiento del cultivo de haba verde por efecto de cuatro abonos orgánicos y bacion, 2017).

El cultivo de haba no requiere suelos de alta calidad y puede prosperar en suelos con un pH de 6 a 7.5. Es particularmente adecuado para suelos con buenas capacidades de retención de humedad, como los suelos de textura arcillosa y limosa, así como suelos franco-arenosos. Sin embargo, el haba se desarrolla de manera óptima en suelos arcilloso-limosos con contenido de materia orgánica (Delgado, Rendimiento del cultivo de haba verde por efecto de cuatro abonos orgánicos y bacion, 2017).

Temperatura de germinación y crecimiento es de 4 a 6 °C

- Temperatura de floración es de 10 a 12 °C
- Temperatura de maduración es de 16 °C

2.2.8 Prácticas Culturales

2.2.8.1. Preparación del terreno

En cuanto a la preparación del suelo, es esencial que se realice con anticipación. Esto implica arar y rastrar el terreno con el propósito de romper el ciclo de ciertas enfermedades y plagas. Antes de la siembra, el suelo debe estar en un estado mullido y el surcado se puede llevar a cabo mediante yuntas o maquinaria.

2.2.8.2. Semilla

Es aconsejable utilizar semillas de alta calidad, es decir, semillas limpias y cuidadosamente seleccionadas en términos de tamaño y salud. Para controlar los hongos en el suelo, se recomienda la esterilización de las semillas en el momento de la siembra.

2.2.8.3. Siembra

La siembra debe realizarse en surcos separados por una distancia de 80 cm, y se coloca una semilla en cada surco. Alternativamente, se pueden sembrar dos semillas, espaciadas a una distancia de 50 x 25 cm o a una profundidad de 6 cm en un lado del surco. Para esta labor, se pueden utilizar palas de pequeño tamaño.

2.2.8.4. Densidad de siembra

En el caso de variedades de grano grande o mediano, se recomienda utilizar entre 70 y 90 kg de semillas por hectárea. La densidad poblacional resultante es de aproximadamente 50,000 plantas.

2.2.8.5. Fertilización

Una fertilización adecuada requiere un análisis del suelo, pero en caso de no contar con este análisis, una sugerencia sería aplicar 200 kg (equivalentes a 4 sacos) de fertilizante 18-46-00 por hectárea. Esta aplicación debe llevarse a cabo al momento de la siembra, extendiendo el fertilizante como un chorro continuo en el fondo del surco y posteriormente cubriéndolo con una fina capa de suelo.

2.2.9. Plagas y Enfermedades

2.2.9.1 Mancha de chocolate (*Botrytis Fabae*)

Esto ocurre en fases de mucha lluvia y causa manchas marrones. Chocolate en tallos, hojas, flores y vainas, (daño necrótico). Realizar un control cultural: utilizar semillas certificadas, esterilizar semillas, variedades resistencia, practique la rotación, use la densidad de plantas adecuada y retirar el material contaminado del sitio (Guamba, 2021).

2.2.9.2 Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*)

Los adultos depositan sus huevos en las hojas jóvenes, donde las larvas se desarrollan y se alimentan del tejido interno de la hoja. Para abordar esta situación, se pueden tomar diversas medidas, como la eliminación de las malas hierbas, especialmente en los cultivos en invernaderos. También es recomendable instalar mallas o cintas en estos invernaderos y utilizar trampas amarillas. En casos graves, es necesario eliminar partes principales de la planta afectada. Además, se pueden utilizar pesticidas de bajo impacto ambiental para llevar a cabo un control químico de la plaga (Atacushi D. , 2015).

2.2.10. Características edafoclimáticas de la provincia del Carchi

La provincia de Carchi se localiza en la región norte de los Andes en Ecuador y comparte una frontera internacional con Colombia, abarcando una extensión de 3,605 km², lo que equivale a unas 179,000 hectáreas de tierra destinadas principalmente a la agricultura como su segunda actividad más importante. La superficie agrícola está diversificada, incluyendo áreas de bosques, pastizales cultivados, pastos naturales y cultivos temporales, con la ganadería lechera y el cultivo de papas como las actividades más destacadas. A lo largo de su historia, la provincia de Carchi ha sido conocida por tener la mayor extensión de tierras dedicadas al cultivo de papa en el país. En 2007, fueron sembradas alrededor de 8970 ha de papa equivalentes a 20,37 por ciento de las hectáreas totales en el país con un rendimiento total de 108490 TM (Arcos & Soria, 2017).

Los suelos predominantes en la región son de origen volcánico y se caracterizan por ser profundos y de color negro. Estos suelos se encuentran comúnmente en áreas de clima frío, donde la actividad de microorganismos ralentiza la descomposición de la materia orgánica, lo que contribuye a su acumulación a lo largo del tiempo. Con

frecuencia, estos suelos presentan texturas variables, como franco, franco arenoso, franco limoso y franco arcilloso. Gracias a su textura y topografía, cuentan con un buen sistema de drenaje natural. Son notables por su alto contenido de materia orgánica (entre 8-16%), poseen un pH que tiende a ser ligeramente ácido o ácido, además de una buena capacidad de retención de agua, una estructura estable y una densidad aparente baja. Estos suelos también contienen arcillas alófanas, imogolita y complejos de aluminio-humus, lo que se traduce en elevados niveles de aluminio activo y una alta capacidad para retener fósforo (Flores, Chulde, Puetate, & Revelo, 2021).

2.2.11. Fertilización orgánica

El adecuado uso de abonos orgánicos se convierte en una fuente de materia orgánica beneficiosa para conservar y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Esto, a su vez, resulta en un mayor rendimiento en el cultivo y en la calidad de la cosecha. Dentro de la gama de abonos orgánicos disponibles, encontramos opciones como el compost, estiércoles, vermicompost, abonos verdes, residuos de cosecha y otros. Estos abonos orgánicos presentan variaciones en sus propiedades tanto físicas como en su composición química, destacando especialmente en su contenido de macro y micronutrientes. La aplicación constante de estos abonos puede conllevar a mejoras progresivas en las características físicas, químicas y biológicas del suelo a lo largo del tiempo (Guamba, 2021).

Los fertilizantes orgánicos aportan a las plantas la cantidad necesaria de nutrientes, participan en la producción de sustancias estimulantes del crecimiento vegetal, mejoran la estabilidad del suelo y contribuyen a la biodegradación de sustancias, por lo que son útiles en la remediación de suelos y mejora de la calidad de los alimentos (Peñaloza, Reyes, González, Pérez, & Sangerman, 2019).

2.2.12. Temperatura en la que se desarrolla

En climas más fríos, siembre en primavera. Sus semillas no germinarán por encima de los 20 °C. Las temperaturas superiores a 30 °C durante la floración y la formación de vainas pueden hacer que tanto las flores como las vainas inmaduras se rompan y se vuelvan fibrosas (Infoagro, 2020).

2.2.13. Vermicompost

El vermicompost se considera uno de los abonos orgánicos más destacados debido a su composición principal, que incluye carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, además de albergar una abundante población de microorganismos. Entre los componentes del vermicompost, se encuentran fitohormonas, que son sustancias producidas por las bacterias como resultado de su metabolismo, y estas fitohormonas tienen la función de estimular los procesos biológicos en las plantas. Por lo tanto, el vermicompost se valora por su capacidad para enriquecer el suelo con nutrientes esenciales y promover un desarrollo saludable de las plantas. Consiste en un tratamiento el cual reduce la cantidad de residuos y los convierte en sustancias valiosas para el suelo. Mediante esta técnica se contribuye a disminuir los residuos e incorporar al suelo un valor alto en fertilidad (Vermican, 2023).

Balarezo (2019) Destaca al vermicompost como un producto de gran valor para la comunidad, ya que representa una alternativa efectiva para la restauración de suelos degradados debido a diversas actividades humanas. Este recurso se obtiene a través del proceso de descomposición de la materia orgánica y actúa como un aliado en el crecimiento de las plantas gracias a su riqueza en nutrientes orgánicos.

Una de las propiedades más importantes del vermicompost son los microorganismos que contiene. La comunidad microbiana cambia en diferentes momentos del ciclo de preparación de vermicompost, y la bacteria de la cepa Spirochetota se vuelve más frecuente en las primeras tres semanas (Balarezo, 2019).



Figura 3. Vermicompost
Fuente: MallMarina (2022)

2.2.13.1 Ventajas del vermicompost

- Según Villegas & Laines (2017) las ventajas de este abono orgánico se pueden mencionar a continuación:
- Cualquier material que incluya residuos orgánicos puede ser utilizado como materia prima.
- Una tonelada de humus concentrado tiene el equivalente en fertilización de diez toneladas de fertilizante convencional.
- La descomposición del humus no conlleva pérdida de nitrógeno.
- En contraste, el fósforo está presente en forma asimilable en los fertilizantes líquidos.
- El humus contiene elevadas concentraciones de microorganismos y enzimas que facilitan la descomposición de la materia orgánica.
- Es rico en auxinas y hormonas vegetales, que ejercen un impacto positivo en el crecimiento de las plantas.
- Mantiene un pH estable en el rango de 7 a 7.5.
- El humus líquido presenta propiedades tanto fertilizantes como fitosanitarias.

2.2.13.2 Características de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*)

Las características destacadas de este gusano son:

- Tiene una esperanza de vida de aproximadamente 16 años.
- Su peso ronda los 1 gramos, y alcanza una longitud de 6 a 10 cm.
- Posee 5 corazones, 6 pares de riñones y una sorprendente cantidad de 182 vasos sanguíneos.
- Realiza la respiración a través de su piel.
- Su dieta se basa en desechos orgánicos, y es capaz de procesarlos en cuestión de horas, en contraste con el tiempo que tomaría su descomposición en la naturaleza, que puede ser de varios años.
- Elimina el 60% de materia orgánica.
- El suelo por el que pasan las lombrices contiene 5 veces más nitrógeno, 7 veces más potasio y el doble de calcio y magnesio.
- En tan solo 2 metros cuadrados de espacio, habitan alrededor de 100.000 lombrices, y estas tienen la capacidad de generar 2 kg de humus diariamente.
- Las lombrices son hermafroditas, lo que significa que tienen órganos sexuales tanto masculinos como femeninos en un mismo individuo

- Madura a los 2-3 meses de edad. Se aparean y ponen cápsulas (capullos) que contienen de 2 a 20 huevos cada 7 a 14 días, que eclosionan después de 21 días. Los adultos pueden dejar 1500 crías (Vermican, 2023).



Figura 4. Lombriz roja californiana
Fuente: Bioeconomía Ecuador (2020)

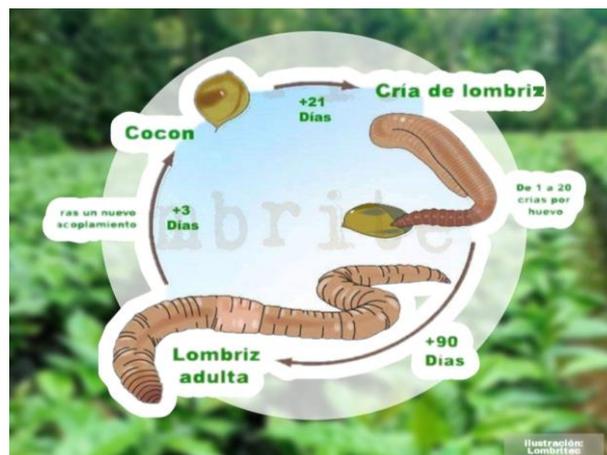


Figura 5. Ciclo de vida de la lombriz roja.
Fuente: Planta ORG (2020)

2.2.13.3. Aplicación de vermicompost

La cantidad necesaria de este producto depende de varios factores, incluyendo las condiciones climáticas, el tipo de suelo y las necesidades específicas de las plantas. Se sugiere disolver 1 kg del producto en 10 litros de agua. El líquido resultante debería adquirir un color oscuro, volviéndose marrón oscuro al diluirlo.

- Para hortalizas, se recomienda aplicar 1 kg por metro cuadrado o 200 gramos por planta.
- En el caso de semillas y sustratos, la proporción sugerida es del 10-20%.

- Para flores, la cantidad varía entre 150 y 200 gramos por planta.
- En frutales y árboles, la cantidad necesaria puede oscilar entre 1 y 3 kg por árbol, dependiendo de su tamaño.
- Para rosales se aconseja 1 kg, y para hierbas, 1 kg por metro cuadrado (Vermican, 2023).

2.2.14. Micorrizas

Las micorrizas arbusculares son microorganismos que coexisten en la zona de las raíces de las plantas, y su importancia en la agricultura radica en su capacidad para mejorar la transferencia de nutrientes y estimular el crecimiento de las plantas. Esto se logra a través de su capacidad para absorber nutrientes y minerales del suelo, gracias a la expansión de su micelio en las raíces. Además, estas micorrizas favorecen la resistencia de las plantas a diversas condiciones adversas, como suelos ácidos, altos niveles de salinidad, temperaturas elevadas, fluctuaciones en la humedad, la presencia de contaminantes como metales pesados y la amenaza de patógenos en el suelo. En resumen, las micorrizas arbusculares son esenciales en la agricultura al promover la salud y el desarrollo de las plantas. (Lagos, 2010).



Figura 6. Micorrizas.

Fuente: Contexto Ganadero (2023)

2.2.14.1 Importancia de las micorrizas en la agricultura

Las micorrizas ofrecen beneficios en suelos que han sido intensamente tratados con sustancias químicas, sin alterar el entorno ambiental. Como alternativa biológica en la agricultura, pueden aumentar la producción en un 25%, al tiempo que favorecen el crecimiento de las raíces y su capacidad para explorar la zona de las raíces, lo que,

a su vez, mejora la absorción de los nutrientes presentes en el suelo. (Ripalda & Chimbo, 2021).

Las micorrizas pueden liberar y producir ácidos orgánicos que contribuyen a la movilización de nutrientes, incluyendo el fósforo y el nitrógeno. La utilización de hongos micorrícicos es amigable con el entorno, ya que reduce la necesidad de emplear fertilizantes y productos químicos en la lucha contra enfermedades de las plantas. (Díaz, 2022).

La función primordial de las micorrizas radica en simplificar la captación y absorción de agua, particularmente en el caso de fósforo y nitrógeno, por parte de las plantas. A pesar de esto, estas asociaciones simbióticas ofrecen una serie de beneficios adicionales a las plantas. Estos beneficios abarcan la protección contra parásitos, hongos dañinos y nematodos, una mayor resistencia ante herbívoros, influencia en la generación de anticuerpos por parte de la planta, y la restricción en la absorción de metales pesados perjudiciales. Además, los elementos como el zinc y el cadmio son retenidos por las hifas, extendiendo así la capacidad de búsqueda de raíces. (Camargo, Montaña, Mera, & Montaña, 2012).

2.214.2. Beneficios de las micorrizas

Según Viteri (2019) las micorrizas sirven como indicadores efectivos de la salud del suelo y tienen la capacidad de potenciar la absorción de agua y nutrientes. Las plantas que forman esta simbiosis muestran una mayor resistencia frente a los patógenos. A su vez, los hongos micorrícicos se benefician al recibir carbohidratos de las plantas y al extender su red de micelio en el suelo, lo que incrementa su habilidad para absorber agua, nutrientes y minerales. (Reinoso, 2019).

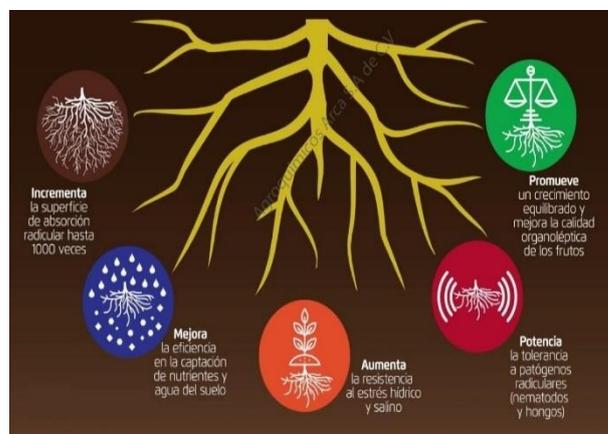


Figura 7. Beneficios de las micorrizas.
Fuente: Agroquímicos Arca (2021)

2.2.14.3. Elaboración de micorrizas

- Seleccione las legumbres de interés.
- Separar los nódulos de las raíces y esterilizar (utilizar materiales completamente estériles). Debes seguir estos pasos:
- Remoje el nódulo en alcohol durante 1 minuto,
- Remoje el nódulo en cloretol durante 3 minutos,
- Lave el nódulo cinco veces con agua destilada estéril, suspensión bacteriana.
- Utilizando un asa de platino completamente estéril, tome una alícuota de la suspensión y raspe sobre un medio sólido (YMA, Yeast Manitol Agar) en una placa de Petri.
- Extender la suspensión de manera que se observen colonias puras aisladas a los 5 días.
- Incubar a 28 °C durante 5 días.
- Elija colonias puras y transfíralas a medios sólidos para almacenarlas en tubos. Simultáneamente transferir a medio líquido y cultivar durante 5 días con agitación hasta alcanzar un crecimiento de aproximadamente 10⁸-10⁹ células/ml de cultivo (medido con cámara de Petroff-Hauser o solución de McFarland).

2.2.14.4. Función de las micorrizas

El uso de micorrizas como biofertilizante no significa que se pueda detener la fertilización, sino que la fertilización se vuelve más eficiente, reduciendo la tasa de aplicación en un 50-80% o incluso en un 100% del normal. Significa que se puede de las tasas de aplicación de fertilizantes, solo el 20 % se describe como utilizado y el resto generalmente se filtra o lixivia sin ningún tipo de remediación. La aplicación de micorrizas permite recuperar un porcentaje mucho mayor de la planta. Dado que los pelos radiculares de las raíces pueden proporcionar nutrientes y agua hasta a 2 mm de la epidermis, la hifa del sustrato micelio adicional del MVA puede hacerlo hasta a 80 mm, lo que produce el siguiente potencial del mismo segmento de raíz: Puede Explora hasta 40 veces más volumen de suelo (Sosa, 2014).

Las micorrizas orbiculares se consideran bioestimulantes útiles para el aporte de fósforo y otros nutrientes, y su uso en cultivos extensivos ha demostrado efectos

positivos. Sin embargo, el frijol B. (*Phaseolus vulgaris* L.) no es factible debido a los altos costos de instalación (Guzman, 2022).

2.2.15. Roca Fosfórica

Es una enmienda cuyo elemento primordial es el fósforo (P_2O_5 30%) que actúa como fertilizante. Además, posee calcio (CaO 43%) y silicio (SiO_2 22%) que corrige la acidez del suelo. El fósforo posee ácidos nucleicos y fosfolípidos indispensables en los procesos donde hay transformación de energía.

La disponibilidad de fósforo para las plantas es limitada porque la fertilización de los cultivos con fósforo generalmente da como resultado reacciones químicas que conducen a la fijación del fósforo. Como resultado, con el tiempo, las reacciones químicas continuarán ocurriendo en un sitio dentro del suelo y el fósforo continuará produciendo compuestos de fosfato que son insolubles y no pueden ser absorbidos por las plantas. Los niveles de fósforo lábil disminuyen cuando los cultivos y pastos se eliminan y se convierten en formas de fósforo inorgánico no lábil (dado que se aplican niveles bajos de fósforo al suelo con el tiempo, los residuos del suelo (paso a una fase sólida después de la reacción lenta en charcos lábiles) u orgánicos (inmovilizados) (Vistoso, Sandaña, & Iraira, 2018).

El fósforo desempeña un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que es un elemento esencial para su salud y prosperidad. Es abundante en el suelo, pero la baja solubilidad de los compuestos de fosfato presentes en el suelo hace que la cantidad disponible para las plantas sea muy limitada. Muchos microorganismos tienen el potencial de disolver minerales de fosfato y aumentar la disponibilidad de este elemento (Chávez, 2020).



Figura 8. Roca Fosfórica.
Fuente: Mycsa AG (2021)

2.2.15.1. Elaboración de roca fosfórica

La roca fosfórica se extrae de depósitos geológicos en diversas regiones del mundo, siendo su componente principal la apatita, un mineral que contiene fosfato de calcio. La mayoría de la extracción de roca fosfórica se realiza mediante minería a cielo abierto. En las proximidades de la mina, se somete el mineral a un proceso de tamizado para eliminar ciertas impurezas.

La mayor parte de la roca fosfórica se utiliza en la fabricación de fertilizantes fosfatados solubles, aunque una parte se emplea directamente en el suelo. Para determinar su idoneidad para la aplicación directa en el suelo, se somete a pruebas de laboratorio mediante su disolución en una solución que contiene un ácido diluido para simular las condiciones del suelo. Aquellas fuentes de roca fosfórica que se califican como "altamente reactivas" resultan más adecuadas para la aplicación directa en el suelo.

2.2.15.2. Eficiencia de la fertilización fosfórica

La aplicación de fósforo como fertilizante puede aportar notables ventajas a los cultivos, siempre y cuando se lleve a cabo de manera adecuada y se consideren diversos factores que influyen en su efectividad. Estos factores incluyen aspectos como la elección del tipo y las características del fertilizante, el tipo de cultivo, y las propiedades físicas y químicas del suelo, tales como el pH, la disponibilidad de fósforo, la textura del suelo, la cantidad de materia orgánica presente, y la tasa de micorrización (Pineda & Vergara, 2020).

Se sabe que las plantas solo absorben cantidades relativamente pequeñas de la cantidad total aplicada de fertilizante fosforado, que forma una forma insoluble y se ve favorecida por otros factores como el pH del suelo, la temperatura y la humedad se fija gracias a la presencia de los elementos (Pineda & Vergara, 2020).

2.2.15.3. Características químicas de la roca fosfórica

Como se mencionó anteriormente, las rocas de fosfato son minerales ricos en fósforo, pero tienen baja solubilidad en agua, un factor que a menudo se debate entre agrónomos y agricultores. Esto se debe a la presencia de diferentes rocas de fosfato con diferentes solubilidades. También hay rocas de fosfato que tienen una solubilidad muy baja y no deben usarse como fertilizantes fosfatados. Sin embargo, este no es el caso de las tres rocas analizadas aquí (Bifox, Cetura y Carolina del Norte). Un ejemplo

de una roca de fosfato muy poco soluble que no se recomienda para uso directo como fertilizante es la roca de fosfato tampa, un material que no existe en el mercado nacional (Sierra, 1990).

2.2.15.4. Uso y beneficios de la roca fosfórica

El fósforo es un componente fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas., donde recomienda usar acidificantes en el suelo para ayudar a los microorganismos a solubilizar los fosfatos de calcio que tienen una solubilidad alta, como la roca fosfórica (Yauyo, 2015).

La roca fosfórica libera gradualmente los nutrientes y van disolviéndose en el suelo. Sin embargo, algunos suelos pueden disolverse demasiado lentamente para apoyar el crecimiento saludable de las plantas. Para mejorar la eficacia de los fosfatos naturales, es esencial tener en cuenta varios elementos, como el nivel de acidez del suelo (pH), la capacidad de retención del fósforo en el suelo, la ubicación de la aplicación del fertilizante, el tipo de cultivo y las condiciones climáticas. Los factores que influyen en la eficacia de las rocas de fosfato para su uso como fertilizantes son su reactividad, las propiedades del suelo, las condiciones climáticas, las especies cultivadas y las prácticas agrícolas.

- Servir como fertilizante y mejorar la estructura del suelo al proporcionar fósforo y calcio.
- Neutralizar suelos con acidez elevada.
- Estimular el crecimiento de las raíces de las plantas.
- Participar en la formación de órganos reproductivos.
- Contribuir al proceso de maduración de los frutos.

2.2.15.5. Formas de aplicación de la roca fosfórica

- Terreno arado: La forma más eficaz de aplicar la roca fosfórica es mezclándola en los primeros 15-20 centímetros del suelo, y esto puede lograrse mediante técnicas como el arado o la rastra.
- Cultivos perennes: En cultivos establecidos, se aplica roca fosforosa a la superficie de tablas. Normalmente, el suelo en el área fertilizada tiende a ser ácido debido al efecto posterior del fertilizante nitrogenado, por lo que aplicar roca fosfórica en esta área es una contramedida efectiva. Esto sucede rápidamente.

- La cantidad de roca fosfórica necesaria por hectárea oscila entre 2 y 3 toneladas, dependiendo de la evaluación del suelo.
- Este producto es adecuado para su uso en una variedad de plantas, como algodón, arroz, café, plátano, palma africana, sauce, sorgo, papa, frutas, caucho, cacao, cítricos, árboles frutales, y otras.

2.2.16. Químico 10-30-10

El uso de los fertilizantes compuestos significa un adecuado uso de técnicas de fertilización; una vez conocidas las necesidades de nutrientes de los cultivos en cuanto a N-P-K-Mg-S se refiere. La tendencia actual es de darle a la planta la mayor cantidad de nutrientes en una sola aplicación, de una manera balanceada. Estas fórmulas se ajustan a las necesidades de diferentes cultivos, deficiencias del suelo, eficiencia del fertilizante, etc. Las nuevas fórmulas contienen Magnesio, Azufre, que también son macroelementos de fundamental importancia (Agripac,2019).

2.2.16.1. Beneficios

- Fomenta un crecimiento rápido, otorga un color verde intenso a las hojas y mejora su calidad.
- Incrementa el contenido de proteínas y aumenta la producción de frutos y semillas.
- Actúa como nutriente para los microorganismos del suelo.
- Estimula el temprano desarrollo de las raíces y el crecimiento general de la planta.
- Promueve un crecimiento rápido y vigoroso en las plantas jóvenes.
- Facilita la formación de flores y la maduración de los frutos, siendo esencial en la producción de semillas.
- Contribuye a la fortaleza y resistencia de la planta contra enfermedades.
- Previene la caída o inclinación de las plantas, en conjunto con el calcio y el magnesio (Agripac,2019)

2.2.16.2. Composición

La notación "10-30-10" en un abono se refiere a la proporción de nutrientes en el abono, que generalmente se expresa en porcentaje de peso de los tres macronutrientes esenciales para las plantas: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). En este caso, la composición del abono "10-30-10" es la siguiente:

- Nitrógeno (N): 10%
- Fósforo (P): 30%
- Potasio (K): 10%

2.2.17 Composición de los productos

Tabla 2. Composición de los productos

PRODUCTO	COMPOSICIÓN
Vermicompost	Materia Orgánica: 40,90% Humedad Máxima: 40,00% Carbono Orgánico: 20,14% Relación C/N: 9,6 pH: 7,7
Roca Fosfórica	Fósforo Total (P ₂ O ₅) 30.2% Calcio Total (CaO) 40.5% Silicio Total (SiO ₂) 15.6% Humedad 2.5%
Micorrizas	Extracto húmico total 70% Ácidos húmicos 60% Ácidos fúlvicos 10% Potasio 8%.
10-30-10	Nitrógeno total 10% Fósforo 30% Potasio 10% Magnesio 0.6% Azufre 0.8%

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Este estudio se lleva a cabo con una orientación tanto cuantitativa como cualitativa, ya que se examina el rendimiento en relación con diversos abonos orgánicos en la producción de habas. Se recopilan datos que incluyen mediciones de altura, diámetro del tallo, conteo de flores, peso de vainas verdes y la evaluación de la rentabilidad de los tratamientos. Estos datos se utilizan para poner a prueba la hipótesis propuesta.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Bibliográfica

Se recolectó la información necesaria de manera oportuna de diferentes fuentes primarias y secundarias, como: libros, artículos científicos, informes realizados a nivel nacional e internacional. Dicha información ayudó a enriquecer conocimientos para desarrollar la investigación.

3.1.2.2. Experimental

Se implantó un ensayo o experimento de diseño de bloques completo al azar (DBCA), para distinguir estadísticamente los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey 5% y la mínima diferencia.

3.2. HIPÓTESIS

Los bioinsumos junto a la roca fosfórica, se espera que alguno tenga el balance mayor o igual al testigo del abono químico 10-30-10, como consecuencia lograr un mayor rendimiento de haba.

H1: La utilización de bioinsumos ayudan al desarrollo y producción del cultivo de haba.

H0: La utilización de los bioinsumos no ayudan al desarrollo y producción del cultivo de haba.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 3. Definición y Operación de las Variables

Variables	Dimensión	Indicadores	técnica	Instrumento
Variable Independiente Aplicación de Bioinsumos orgánicos	Factor 1: Efecto de micorrizas en el cultivo de haba. Factor 2: tres fuentes de fertilización que aportan nutrientes al suelo mejorando la capacidad de producción de las plantas: micorrizas, vermicompost, roca fosfórica y 10-30-10.	Se aplicará 2.62 kg/parcela de roca fosfórica. Micorrizas 2,62 kg/parcela Vermicompost: 5.25 kg/parcela. 10-30-10: 750 kg/ha=1.40 kg/parcela	Edáfica, manual Aplicación	Análisis del suelo, azadón, medidor de gramos para la dosificación Observación y análisis
Variable Dependiente Desarrollo y rendimiento en el cultivo de haba	Altura, diámetro de tallo, floración, peso de vainas, número de grano en vainas, rendimientos	Altura en centímetros, diámetro en milímetros, número de flores por planta, número de grano en vainas por planta.	Observación Conteo Medición Registro	Flexómetro, pie de rey, libreta de campo, lápiz. Observación y análisis investigativo

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Localización del experimento

La investigación se implementará en el cantón Huaca en la finca San Francisco perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Se limita al norte con la vía a Santa Martha de Cuba y al sur con la vía Panamericana, el área utilizada para el mismo fue 1225 m². A una altitud de 2780 msnm, con una temperatura promedio de 12,7 °C, la humedad relativa del 78% y una precipitación anual de 779-1200 mm. El cual es muy bueno para la agricultura debido a que sus suelos son fértiles, los cultivos más sobresalientes y destacados es el haba, alverja, papa, fréjol, trigo, mellocos.



Figura 9. Ubicación geográfica del terreno.
Fuente: (Google Earth, 2023)

3.4.2 Superficie del Ensayo

La investigación tuvo una superficie de 1225 m², siendo de largo 49 m y de ancho 25 m. Se dividió en 32 unidades experimentales con 5 m x 5 m de ancho.

3.4.3 Tratamientos del experimento

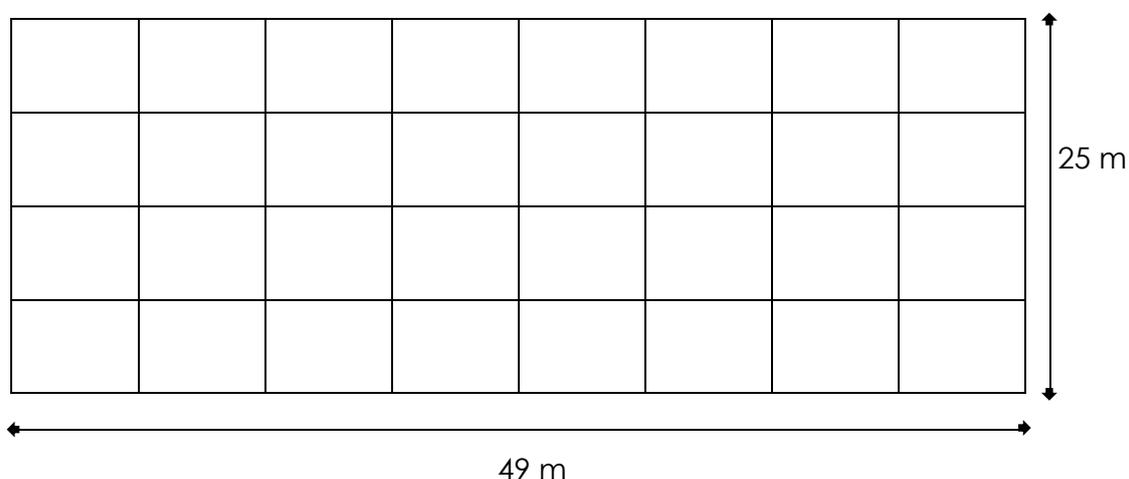
Los tratamientos empleados en el ensayo son 8 que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 4. Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1	Vermicompost (5.25 kg/parcela)
T2	Roca Fosfórica (2.62 kg/parcela)
T3	Micorrizas (2.62 kg/parcela)
T4	Vermicompost + Roca Fosfórica (5.25 kg/parcela + 2.62 kg/parcela)
T5	Vermicompost + Micorrizas (5.25 kg/parcela + 2.62 kg/parcela)
T6	Roca Fosfórica + Micorrizas (2.62 kg/parcela + 2.62 kg/parcela)
T7	Vermicompost + Micorrizas + Roca Fosfórica (5.25 kg/parcela + 2.62 kg/parcela + 2.62 kg/parcela)
T8	Químico (10-30-10) (2.81 kg/ parcela)

3.4.4 Descripción y caracterización del experimento

El estudio se llevará a cabo en condiciones de campo al aire libre y se empleará un diseño de bloques completos al azar (DBCA) que constará de ocho tratamientos y cuatro repeticiones, lo que resulta en un total de 32 unidades experimentales. Cada tratamiento estará compuesto por 35 plantas, de las cuales se seleccionarán aleatoriamente 6 plantas para su evaluación. Se aplicará un análisis de varianza, una prueba significativa de Tukey con un nivel de significancia del 5%, y una prueba de MDS.

**Figura 10.** Diseño experimental.

En la Tabla 5 se presenta las características del diseño experimental.

Tabla 5. Características del diseño experimental

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR	DIMENSIONES
Área total del experimento	1225 m ²
Unidad experimental	25 m ²
Parcela neta	6 m ²
Distancia entre surcos	80 cm
Distancia de plantas	70 cm
Número de tratamientos	8

Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	32
Semilla por unidad experimental	35

3.4.5 Distribución de los tratamientos

La investigación constó de ocho tratamientos y cuatro repeticiones.

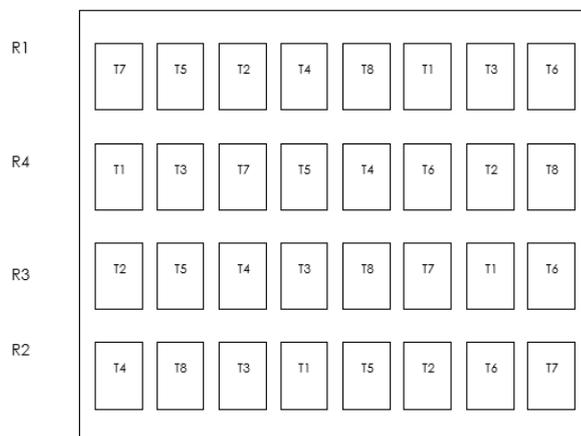


Figura 11. Distribución de los tratamientos.

3.4.6 Población y Muestra

La población de esta investigación está representada en 1225 m² conformada por un total de 2688 plantas de haba (*vicia faba*).

Está dividida en 32 unidades experimentales, cada unidad experimental consta de 2603.4 plantas.

3.4.6 Selección de las unidades experimentales (plantas)

Cada unidad experimental consistía en 35 plantas, de las cuales se seleccionaron seis específicamente para la recopilación de datos en la parcela neta, considerando también el impacto del borde.

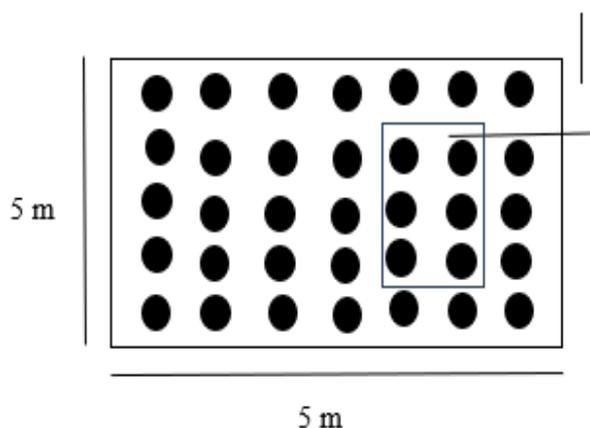


Figura 12. Diseño de la parcela experimental

3.4.7 Manejo del Experimento

3.4.7.1. Materiales

Semilla de haba (semiverde), etiquetas, bioinsumos, fertilizantes químicos, botas, bolsas de plástico, letreros, marcadores, sacos, cinta métrica, pie de rey, material de cosecha, tractor, lapicero, libreta de apuntes de campo, estacas, picos, bomba manual de 20 litros, cámara fotográfica digital, balanza y CPU.

3.4.7.2. Procedimiento

a) Preparación del terreno

Para los 1225 metros cuadrados de terreno destinados al ensayo, se solicitó la utilización de un tractor del Centro Experimental San Francisco para llevar a cabo la labranza con arado y rastra. Posteriormente, se realizó el surcado del terreno de forma manual.

b) Instalación del ensayo

Se delinearon los 1225 metros cuadrados utilizando estacas, los cuales se dividieron en 32 parcelas, distribuidas en cuatro repeticiones y ocho tratamientos. Cada parcela, de 25 metros cuadrados, quedó definida por cuatro estacas, una cuerda y una señalización para delimitar el área y distinguir así los tratamientos aplicados.

c) Siembra

En cada área se sembraron tres semillas de haba de las variedades semiverde correspondientes a cada tratamiento y repetición. Se dejó un espacio de 70 centímetros entre las semillas y 80 centímetros entre surcos, resultando en un total de 105 semillas por parcela y 3360 semillas en todo el ensayo. Posteriormente, las semillas fueron desinfectadas con benfuracarb y carbendazim para prevenir posibles afectaciones por hongos o bacterias presentes en el suelo y garantizar una germinación exitosa de esta leguminosa.

d) Aporque

La labor de aporque se realizó a los 35 días de la siembra, durante la cual también se aplicó la fertilización química a los tratamientos de control, teniendo en cuenta las necesidades de NPK del cultivo. Además, se llevó a cabo un control de malezas.

e) Control de malezas

El control de malezas es esencial para evitar que afecten el crecimiento de las plantas. Se realizó manualmente en dos ocasiones: la primera, durante los primeros 30 días posteriores a la siembra, y la segunda, a los 60 días.

f) Controles fitosanitarios

El control fitosanitario reviste gran importancia para prevenir la propagación de plagas que puedan dañar el cultivo. En este caso, se identificó la presencia de la mancha de chocolate (*Botrytis cinérea*) y se gestionó su control mediante la aplicación única de carbendazim en una dosis de 1.33 kilogramos por hectárea.

g) Cosecha

Una vez que el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, se procedió a la cosecha de manera manual en cada parcela experimental.

3.4.8. Variables evaluadas

- Altura de la planta: Se efectuaron tres mediciones de la altura de la planta hasta la fase de floración. Cada 30 días, se tomó la medida desde el suelo hasta la yema apical de las plantas seleccionadas, utilizando un flexómetro. Los datos se expresaron en centímetros.
- Diámetro del tallo: Se evaluó el diámetro del tallo mediante mediciones realizadas cada 30 días en las plantas seleccionadas del ensayo, utilizando un pie de rey.
- Numeración de la floración: Se registró el número de veces que florecieron las plantas a los 90 y 120 días después de la siembra, lo que permitió observar el período de emergencia de las flores.
- Número de granos en las vainas: Se llevó a cabo un conteo en las plantas seleccionadas de cada unidad experimental. En estas plantas, se registró el número promedio de granos contenidos en cada vaina por planta.
- Peso de las vainas verdes: Se pesaron las vainas verdes recolectadas de las 6 plantas seleccionadas en cada unidad experimental. Luego, se calculó un promedio de peso en gramos por planta de haba.
- Longitud de las vainas verdes: Se midió la longitud de 6 vainas verdes de haba en cada unidad experimental para obtener un promedio correspondiente a cada tratamiento. Esta medición se llevó a cabo en la primera recolección de vainas verdes y se expresó en centímetros.

- Rendimiento del cultivo: Se registró el peso total de las vainas verdes recolectadas en cada unidad experimental, expresado en kilogramos por 25 metros cuadrados ($\text{kg}/25\text{m}^2$). Estos valores se sumaron y luego se proyectaron para un cultivo de haba en una hectárea (t. ha^{-1}).
- Rentabilidad del cultivo: Se anotaron los gastos relacionados con la gestión del cultivo de haba, desde la preparación del terreno hasta la cosecha. Estos costos se proyectaron a una hectárea de cultivo.

3.4.9. Análisis Estadístico

El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar para controlar la variabilidad de la pendiente del terreno. Este diseño comprenderá 8 tratamientos con 4 repeticiones, lo que resulta en un total de 32 unidades experimentales. Para el análisis de los datos recopilados, se empleó el programa estadístico Statistix 8. El nivel de significancia aplicado en el análisis de varianza (ANAVAR) y en las pruebas de Tukey será del 5%, y también se realizó una prueba de MDS. Una vez completado el análisis, se procedió a la interpretación de los datos recopilados en función de las diferentes variables bajo estudio. El esquema del análisis de varianza utilizado se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Esquema de análisis de varianza ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamiento	$T-1$	7
Bloques	$r-1$	3
Error Experimental	$(T-1)(r-1)$	21
Media %		
CV %		
Total	$Tr-1$	31

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

En la Tabla 7 se presenta el análisis de varianza correspondiente a la altura de las plantas a los 30 días. Los resultados indican que no se observan diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos, con un promedio de 24.90 cm en este periodo y un coeficiente de variación del 11.84%. Del mismo modo, en el análisis de la altura a los 60 días, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y las variedades, con una media de 55.86 cm en el experimento y un coeficiente de variación de 17.53%. Se realizó un análisis de tendencia significativa mediante la prueba MDS. Finalmente, a los 90 días, se observaron diferencias estadísticas significativas al 0.5% entre los tratamientos, con un promedio del experimento de 80.99 cm y un coeficiente de variación de 6.96%.

El ANAVAR no dio significativo, todos los tratamientos tienen el mismo promedio igual a la media general, el coeficiente de variación está bajo por lo tanto el experimento estuvo bien realizado, sin embargo, cuando se aplica la prueba de mínima diferencia significativa se pudo detectar algunas tendencias.

Tabla 7. ANAVAR de la altura de plantas en cm a los 30,60 y 90 dds.

		30DDS	60 DDS	90DDS
F.V.	G. L	P-valor	P-valor	P-valor
Total	31			
Tratamiento	7	0.57ns	0.44ns	0.005*
Bloque	3	0.49	0.06	0.24
Error	21			
CV%		11.84	17.53	6.96
Promedio(cm)		24.901	55.83	80.994

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado significativo; * diferencia estadística significativa; CV: Coeficiente de variación; dds: días después de la siembra.

La Figura 13 presenta los resultados de la variable de altura de las plantas a los 30 días. Se han analizado diversas estadísticas numéricas que no muestran diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados indican que el tratamiento T6, que consiste en la combinación de roca fosfórica y micorriza, obtuvo los mejores resultados, con una diferencia mínima de 26.17 cm con respecto al testigo. En términos numéricos, este tratamiento superó al resto. Los valores numéricos más bajos se observaron en los tratamientos T7, que incluye vermicompost, roca fosfórica y micorriza, y T4, que involucra vermicompost y roca fosfórica, con alturas de 24.27 cm y 21.91 cm, respectivamente.

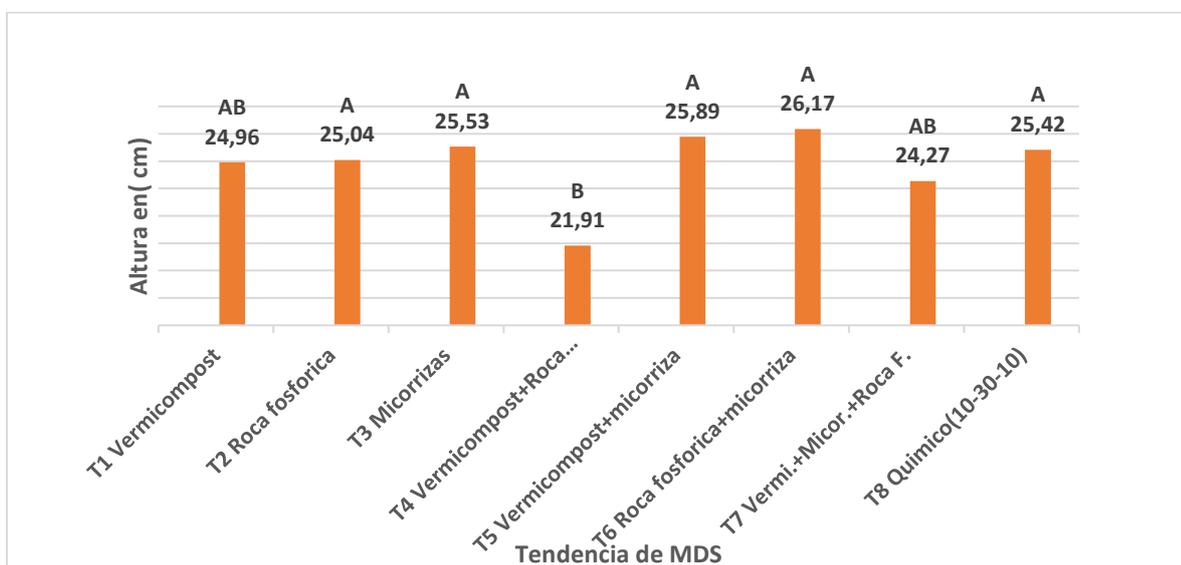


Figura 13. Altura de planta en cm a los 30 días

La Figura 14 presenta los resultados de la variable de altura de las plantas a los 60 días, y en esta figura se aprecian diferencias significativas en los promedios entre los distintos tratamientos. Los resultados indican que el tratamiento T8, que involucra un fertilizante químico (10-30-10), tuvo el mejor desempeño, con un promedio de altura

de 64.43 cm. En contraste, el tratamiento T4, que consiste en vermicompost y roca fosfórica, mostró un rendimiento significativamente inferior con una altura promedio de 49.04 cm.

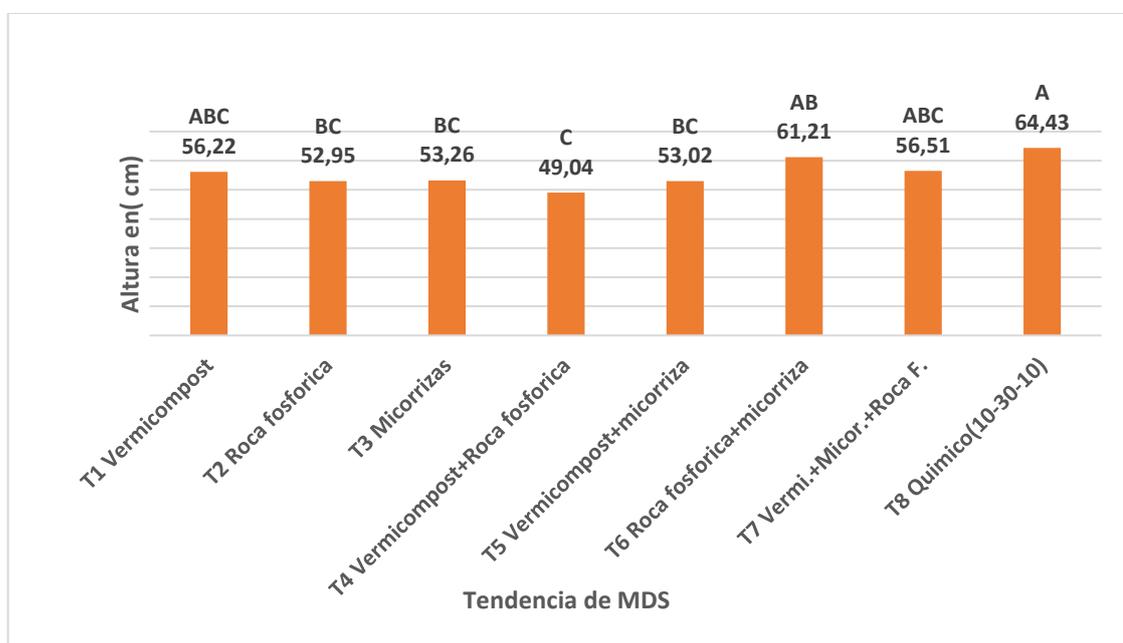


Figura 14. Altura de planta a los 60 días en cm

Los resultados de la variable de altura de las plantas a los 30 y 60 días indican que los tratamientos T8 (10-30-10) y T6 (roca fosfórica + micorriza) presentan los mejores promedios, posiblemente debido a los nutrientes esenciales proporcionados por la roca fosfórica y las micorrizas. Esto es coherente con lo afirmado por Vergara (2020), quien sostiene que la fertilización con fósforo contenido en la roca fosfórica puede ser altamente beneficiosa para los cultivos si se lleva a cabo de manera adecuada, considerando factores que influyen en la eficacia de la fertilización, como el tipo de fertilizante y el tipo de cultivo.

En la Figura 15, se presentan los resultados de la altura de las plantas a los 90 días, donde se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Los datos revelan que el tratamiento T6, que incluye roca fosfórica y micorrizas, obtiene el mejor rendimiento con un promedio de altura de 85.95 cm. En contraste, el tratamiento T4 muestra un rendimiento considerablemente menor, con una altura promedio de 71.09 cm.

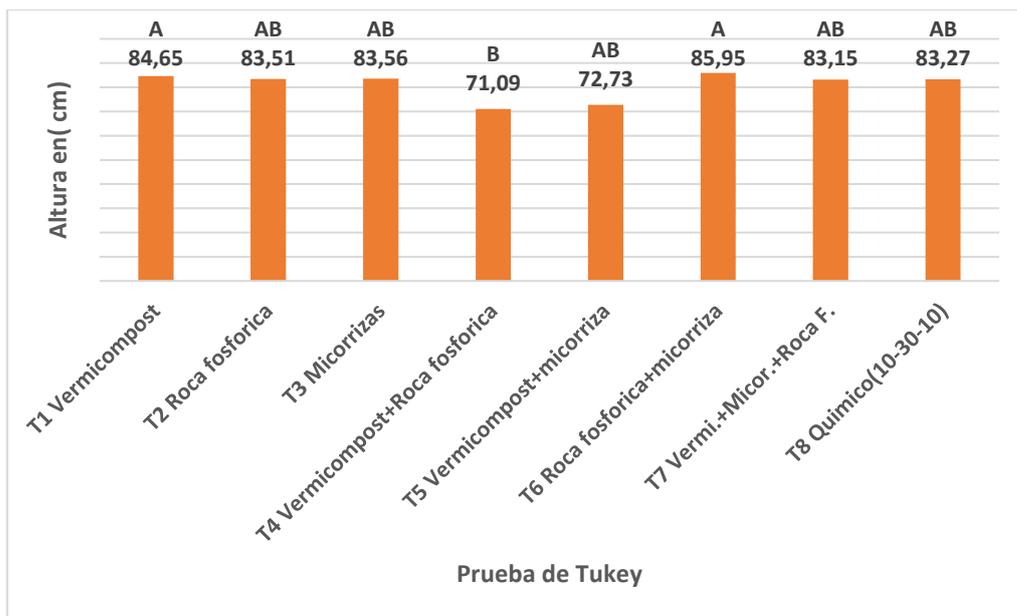


Figura 15. Altura de planta a los 90 días en cm

Los resultados observados para la altura de las plantas a los 90 días indican que el tratamiento T6, que consiste en la combinación de roca fosfórica y micorrizas, ha registrado los valores más elevados. Esto se atribuye al papel beneficioso de las micorrizas, que representan una simbiosis entre ciertos hongos y las raíces de las plantas, actuando como un tipo de fertilizante que mejora las características de las plantas. Esta conclusión se respalda con lo señalado por Jara Borja (2020), quien afirma que la combinación de micorrizas con abonos orgánicos conlleva a un aumento en el tamaño de las plantas. Además, Yauyo (2015) enfatiza que el fósforo es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas y sugiere el uso de acidificantes en el suelo para facilitar la solubilización de los fosfatos de calcio, como es el caso de la roca fosfórica.

4.2. Diámetro de tallo

4.2.1 Diámetro de tallo en mm a los 30,60,90 y 120 (dds)

La Tabla 8 muestra los resultados del análisis de varianza, que no arrojó diferencias significativas, ya que todos los tratamientos tienen un promedio idéntico al promedio general. Esto indica que el experimento se llevó a cabo de manera adecuada, y el coeficiente de variación es bajo, lo que respalda la calidad del estudio. Sin embargo, al aplicar la prueba de mínima diferencia significativa (MDS), se pudieron identificar algunas tendencias significativas.

En cuanto al diámetro de la planta a los 60 días, no se encontraron tendencias significativas. Es importante destacar que las micorrizas son conocidas por su capacidad para estimular el crecimiento y la expansión de las raíces, lo que podría influir positivamente en el diámetro del tallo. Esto coincide con lo mencionado por Guzmán (2022), quien sostiene que las micorrizas actúan como bioestimulantes beneficiosos para mejorar la absorción de fósforo y otros nutrientes.

Tabla 8. ANAVAR del diámetro de tallo en mm a los 30,60,90 y 120 días

		30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
F.V.	G.L.	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Total	31				
Tratamiento	7	0.29ns	0.91ns	0.13ns	0.08ns
Bloque	3	0.49	0.91	0.46	0.62
Error	21				
CV%		13.77	16.46	7.19	7.90
Promedio(mm)		6.49	7.95	9.37	10.03

Legenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado significativo; * diferencia estadística significativa; CV: Coeficiente de variación; dds: días después de la siembra.

En la Figura 16, se presentan los resultados de la variable de diámetro a los 30 días, y se evidenció una diferencia significativa entre los tratamientos. En este sentido, el tratamiento T1, que involucra el uso de vermicompost, mostró un rendimiento superior, con una diferencia mínima de 7.38 mm en comparación con el T4, que obtuvo los resultados menos favorables, con un promedio de diámetro de 5.62 mm. Los resultados podrían ser porque el vermicompost es ayudante de nutrientes y estimula el crecimiento de la planta, lo cual podemos ratificar con lo dicho por Machuca (2021), donde dice que las características morfológicas de haba fueron muy buenas al colocar vermicompost porque mejoro las propiedades físicas de la planta.

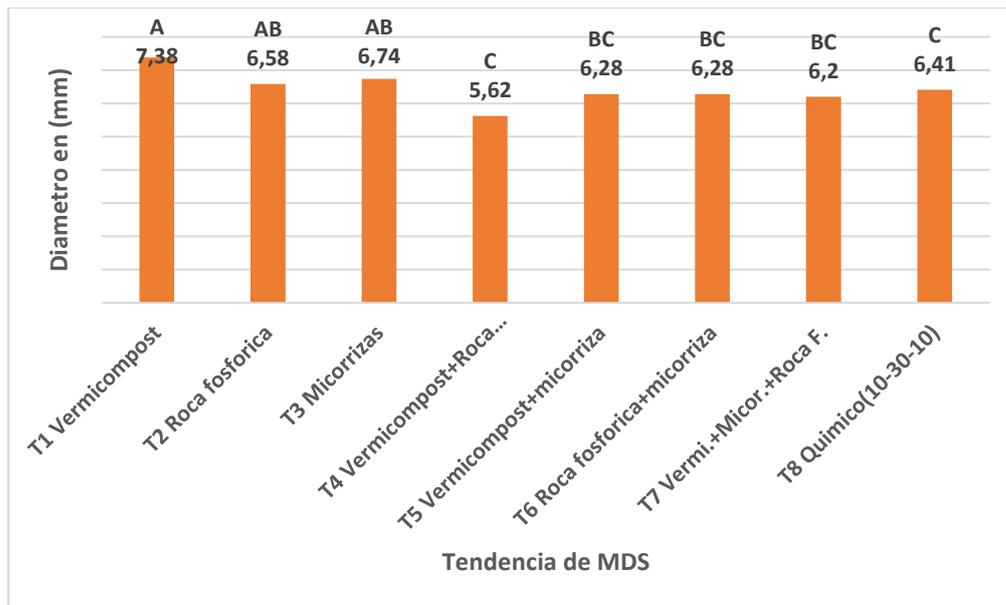


Figura 16. Diámetro de tallo en mm a los 30 días

En la Figura 17 se puede observar el tratamiento T1 (vermicompost) con un mayor diámetro de tallo de 8,36 mm a los 60 días y seguido del tratamiento T3 (micorrizas) con un diámetro de 8,32 mm, como peor tratamiento está el T4 (vermicompost + roca fosfórica) con un diámetro de 7,19 mm, dando a conocer que el vermicompost hace un efecto muy bueno en grosor de tallo, concordando con lo dicho por Ugar, O (2021) la aplicación de vermicompost resultó significativamente eficaz en la altura de la planta, la altura de la primera vaina, el número de vainas por planta, diámetro de tallo.

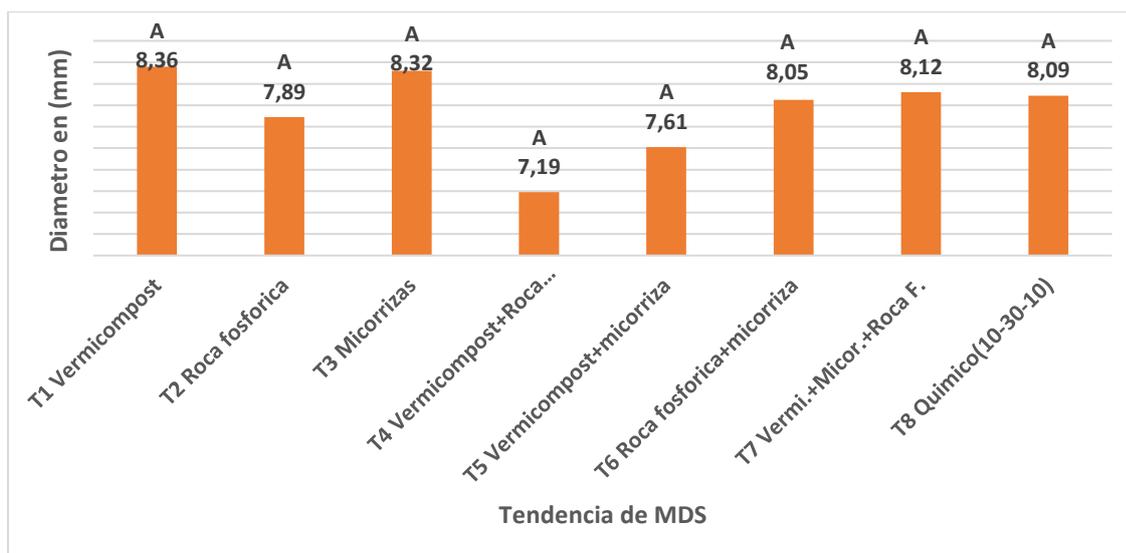


Figura 17. Diámetro de tallo en mm a los 60 días.

En la Figura 18 se puede observar el tratamiento T3(micorriza) con un mayor diámetro de tallo de 9,84 mm a los 90 días y como peor tratamiento está el T5(vermicompost + micorriza) con un diámetro de 8,59 mm, dando a conocer que las micorrizas hacen que la plata asimile más los nutrientes para su estado vegetativo, corroborando con lo dicho Mansour (2021) por la combinación *chillea fragrantissima* con el tratamiento con biofertilizantes a base de micorrizas tuvieron efectos significativos en el rendimiento y sus componentes (longitud de la vaina, diámetro de vaina, número de vainas por planta, peso medio de la vaina, rendimiento total por planta y peso de las semillas por vaina), dando a conocer que las micorrizas so ayudantes excelentes en el desarrollo de la planta.

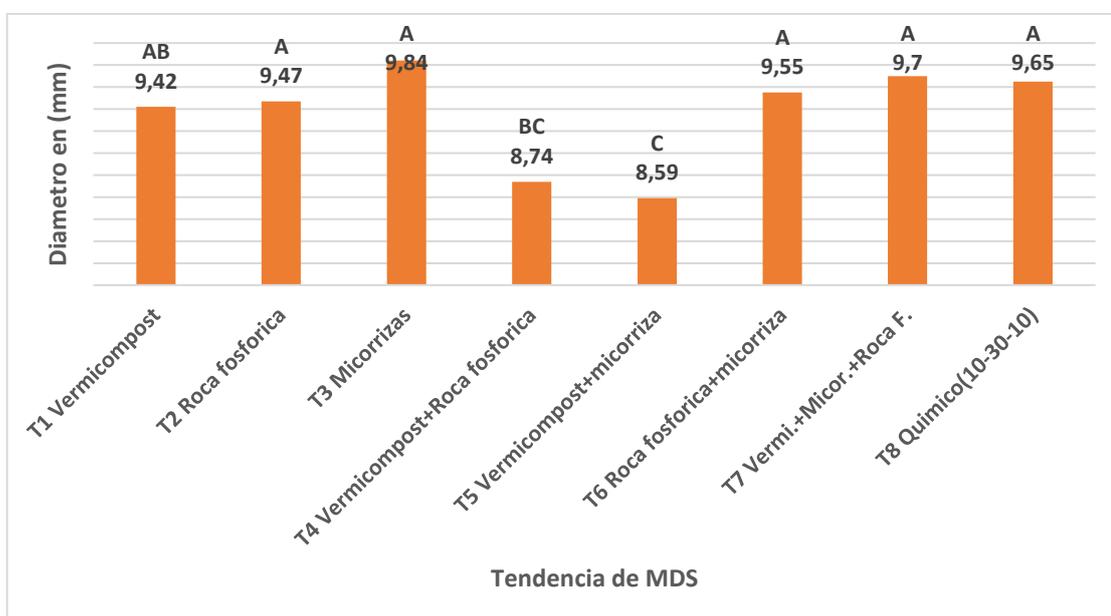


Figura 18. Diámetro de tallo en mm a los 90 días.

La Figura 19 presenta los resultados correspondientes al diámetro de las plantas a los 120 días, y se observó una tendencia significativa entre los tratamientos. En este contexto, el tratamiento T3, que incluye micorriza, se destacó como el más exitoso, logrando una diferencia mínima de 10.89 mm en comparación con el T4, que obtuvo los resultados menos favorables, con un promedio de diámetro de 9.19 mm.

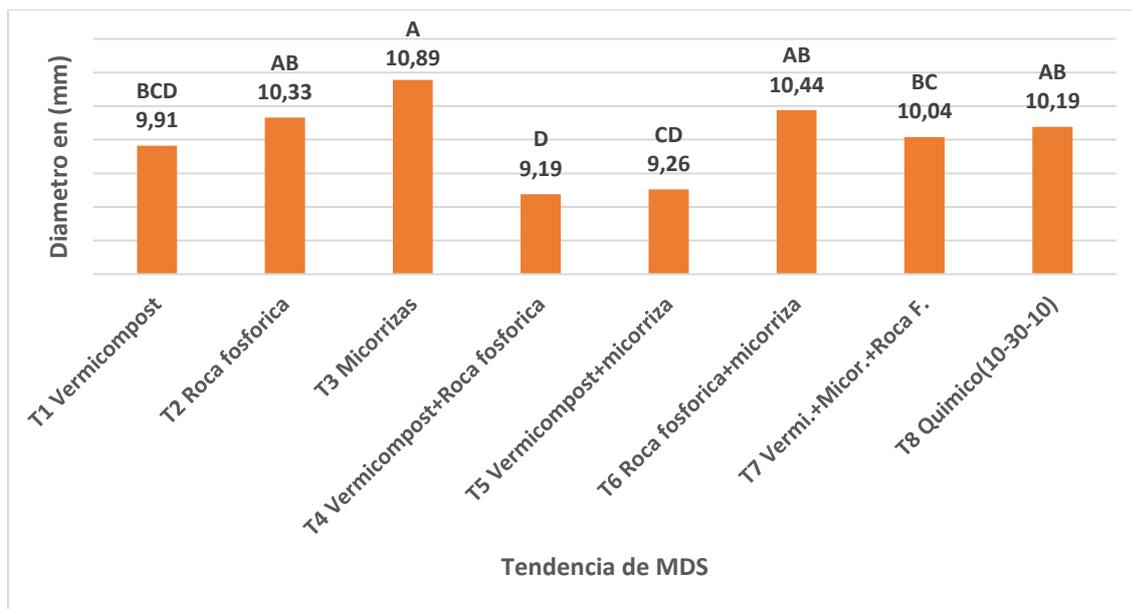


Figura 19. Diámetro de tallo en mm a los 120 días.

En la Figura 18 Y 19 se observó el mejor tratamiento fue T3 en los 90 y 120 días con promedios de diámetro en 9,84 y 10,89 mm dando a conocer que las micorrizas hacen que la plata asimile más los nutrientes para su estado vegetativo, corroborando con lo dicho Mansour (2021) por la combinación *chillea fragrantissima* con el tratamiento con biofertilizantes a base de micorrizas tuvieron efectos significativos en el rendimiento y sus componentes (longitud de la vaina, número de vainas por planta, peso medio de la vaina, rendimiento total por planta y peso de las semillas por vaina), dando a conocer que las micorrizas so ayudantes excelentes en el desarrollo de la planta.

4.3 Floración

En la Tabla 9 se realizó el análisis de varianza, pero no dio significativo, todos los tratamientos tienen el mismo promedio igual a la media general, el coeficiente de variación está bajo, por lo tanto, el experimento estuvo bien realizado, sin embargo, cuando se aplica la prueba de mínima diferencia significativa. Se pudo detectar algunas tendencias MDS. En la caída de la flor a los 120 días se detectó tendencia significativa.

Tabla 9. ANAVAR de número de flor en unidades a los 90, 120 días

		90 DDS	120 DDS
F.V.	G.L.	P-valor	P-valor
Total	31		
Tratamiento	7	0.93ns	0.29ns
Bloque	3	0.58	0.60

Error	21		
CV%		19.14	50.96
Promedio		20.78	12

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado significativo; ns: no hay diferencia significativa; CV: Coeficiente de variación; dds: días después de la siembra.

En la Figura 20 se presentan los resultados correspondientes a la variable de floración a los 90 días. En este caso, se identificó una tendencia significativa entre los tratamientos, y se observó que el tratamiento más efectivo fue T5, que consiste en la combinación de vermicompost y micorriza, con un número cercano a las 23 flores. Por otro lado, el tratamiento menos favorable fue T4, que implica el uso de vermicompost y roca fosfórica, con un equivalente de aproximadamente 19 flores.

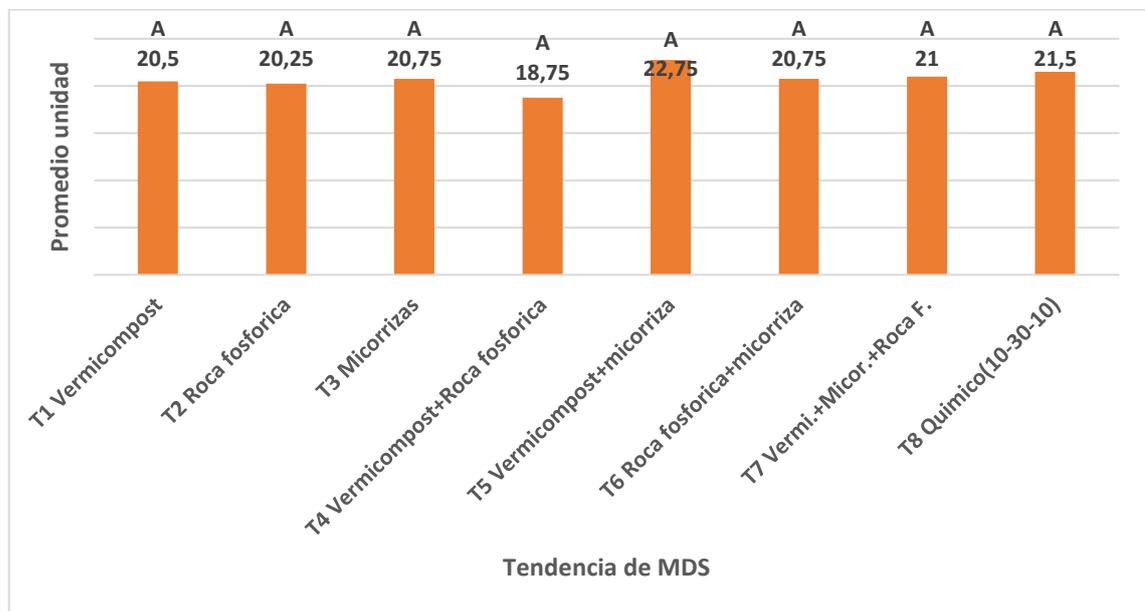


Figura 20. Número de flores en unidades a los 90 días

En la Figura 20 se observan los resultados obtenidos para la variable de caída de flor a los 120 dds en donde se realizó una tendencia significativa entre los tratamientos, cuyos resultados tienen tendencia significativa, donde el T7 (roca fosfórica, micorriza y vermicompost) tienden a durar su etapa de floración manteniendo el número de flores de 18 como promedio y como bajo número de flores el T5 (Vermicompost + micorrizas) con un número de 7 flores.

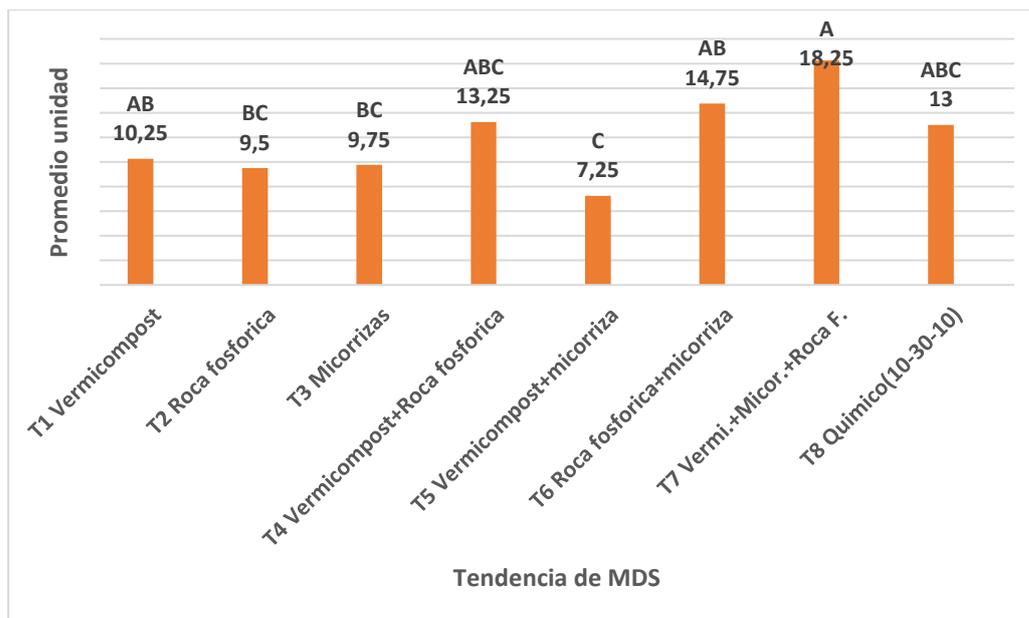


Figura 21. Número de flores en unidades a los 120 días

En la Figura 20 y 21 se observó que los tratamientos orgánicos T5 (vermicompost + micorrizas) a los 90 días tuvo muy buena acogida por tener mayor número de flores y a los 120 días este tratamiento tuvo poco número de flores debido a que estaba empezando a dar frutos y ya no se las tomó en cuenta por lo tanto da a entender que los insumos orgánicos son ayudantes para la emergencia de la flor, lo que se puede corroborar con lo dicho por Bósquez, J. L., Ronquillo, W. P., Cunuhay, K. E., & Jaramillo, W. J. (2023) tomado de Barragan et. al (2018), la aplicación de insumos orgánicos ayuda a acelerar el proceso de formación de órganos florales, estimulando los días a la floración y sostiene que la emergencia floral es una característica que es influenciada por una característica genética de la misma planta.

4.4 Largo de vaina

El análisis de varianza en la Tabla 10 revela diferencias estadísticas significativas, al nivel de significancia del 5%, en lo que respecta a la longitud de las vainas. El promedio general del experimento para esta variable es de 11.26 cm, y el coeficiente de variación es del 7.67%.

Tabla 10. ANAVAR del largo de la vaina en cm

F. V	G. L	P-VALOR
Total	31	
Tratamiento	7	0.09ns
Bloque	3	0.71
Error	21	
CV%		7.67

En la Figura 22 se presentan los resultados de la variable que mide la longitud de las vainas en las plantas. Se han analizado diversas estadísticas numéricas, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Los resultados indican que el tratamiento T6 (roca fosfórica + micorriza) obtuvo el mejor rendimiento, con una longitud promedio de las vainas de 12.13 cm, lo cual es numéricamente superior al control. Por otro lado, los valores numéricos más bajos se observaron en el tratamiento T8 (químico) 10-30-10, con vainas de 10.07 cm en promedio.

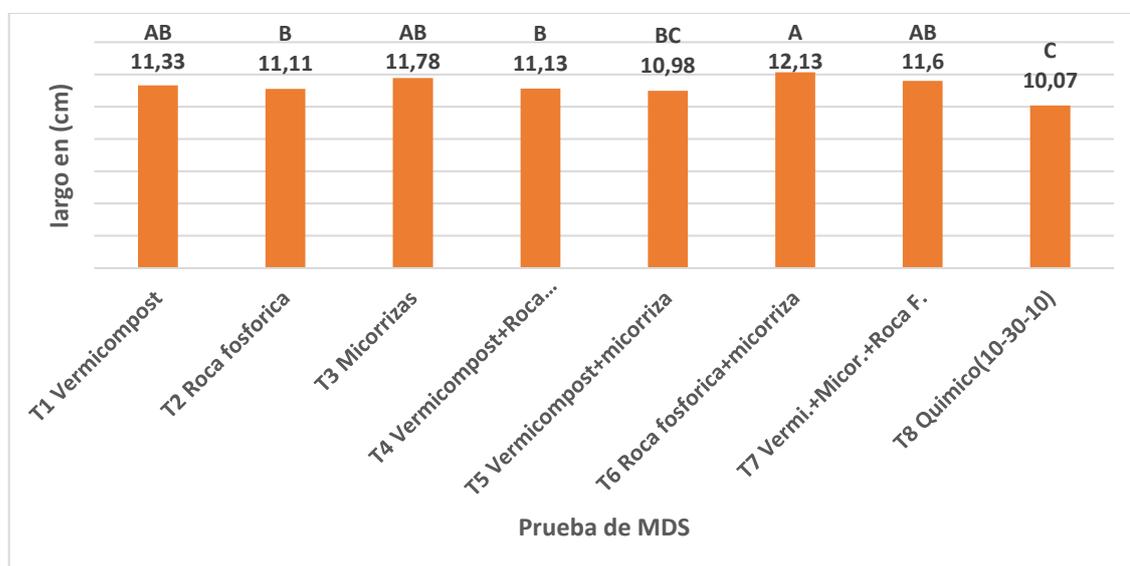


Figura 22. Largo de vaina en cm

En la Figura 22, se aprecia que el tratamiento más efectivo fue el T6, que involucra la combinación de roca fosfórica y micorrizas, generando una longitud promedio de vaina de 12.13 cm. Este resultado sugiere que la presencia de fósforo en la roca fosfórica, junto con la colaboración de las micorrizas, contribuye de manera positiva al desarrollo de las vainas. Esto respalda la afirmación hecha por Vergara (2020), que destaca cómo la fertilización con fósforo puede aportar notables beneficios a los cultivos cuando se aplica de manera adecuada, considerando factores que influyen en su eficacia, y favoreciendo así el desarrollo de las plantas.

4.5. Número de grano en vaina

En la Tabla 11 se realizó el análisis de varianza, dio significativo, todos los tratamientos tienen casi el mismo promedio igual a la media general, el coeficiente de variación está bajo, por lo tanto, el experimento estuvo bien realizado, sin embargo, cuando se aplica la prueba de mínima diferencia significativa. Se pudo detectar algunas tendencias MDS.

Tabla 11. ANAVAR del número de granos en unidades dentro de la vaina

F.V.	G.L.	P-VALOR
Total	31	
Tratamiento	7	0.003*
Bloque	3	0-66
Error	21	
CV%		13.16
Promedio (%)		2.68

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado significativo; * diferencia estadística significativa; CV: Coeficiente de variación.

En la Figura 23 se observa los mejores tratamientos en número de grano en vaina con los mejores 4 tratamientos que son T3(micorrizas), T4 (vermicompost + roca fosfórica), T6 (micorrizas + roca fosfórica) y T7 (vermicompost + micorriza + roca fosfórica) obteniendo 3 granos por vaina.

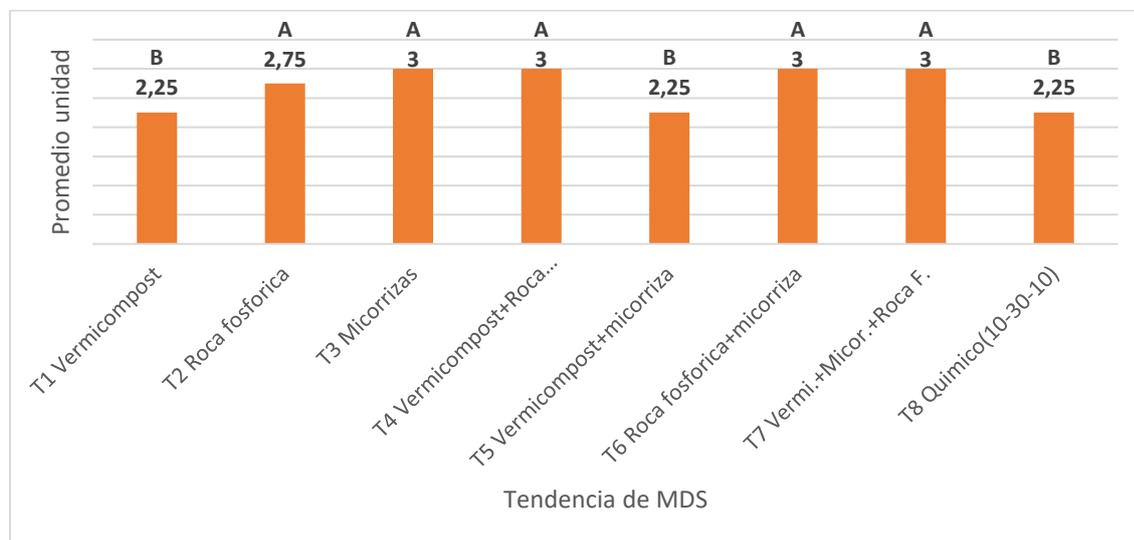


Figura 23. Número de granos en unidades de cada vaina

Con los resultados obtenidos se puede decir que los abonos orgánicos en comparación con el testigo dan mejor rendimiento en número de granos por vaina, los insumos orgánicos son excelentes fuentes nutricionales para la planta en su desarrollo vegetativo para obtener un buen fruto, corroborando con lo dicho por Peñaloza (2019) los fertilizantes orgánicos aportan a las plantas la cantidad necesaria

de nutrientes, participan en la producción de sustancias estimulantes del crecimiento vegetal.

4.6 Peso de granos en verde

En la Tabla 12 se puede observar el análisis de varianza para peso de vaina, pero no dio significativo, todos los tratamientos tienen el mismo promedio igual a la media general, el coeficiente de variación está bajo de un 23,12%, por lo tanto, el experimento estuvo bien realizado, sin embargo, cuando se aplica la prueba de mínima diferencia significativa. Se pudo detectar algunas tendencias MDS.

Tabla 12. ANAVAR del peso de granos en gr

F.V.	G. L	P-VALOR
Total	31	
Tratamiento	7	0.14ns
Bloque	3	0.72
Error	21	
CV%		23.12
Promedio (gr)		158.86

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado significativo; ns: no hay diferencia significativa; CV: Coeficiente de variación; dds: días después de la siembra.

En la Figura 24 se observan los resultados obtenidos para la variable peso de grano verde en donde se realizó una tendencia significativa entre los tratamientos, cuyos resultados tienen tendencia significativa, donde el T6 (roca fosfórica + micorrizas) con promedio de 191,75gr y seguido de T8 (Químico) 10-30-10 con promedio 185,63gr son los mejores resultados en peso y como bajo de peso es el tratamiento 5 (vermicompost + micorrizas) con promedio de 135,20 gr. La roca fosfórica junto con las micorrizas son insumos orgánicos que la planta puede absorber y asimilar en su desarrollo, podemos corroborar con lo dicho por Melanie Chávez (2020), menciona que la roca fosfórica una vez disuelta, en específico los iones fosfato, las plantas lo adsorben por sus raíces y los dirigen a todos sus órganos, ya que el fósforo ayuda a promover la floración y formación de semillas.

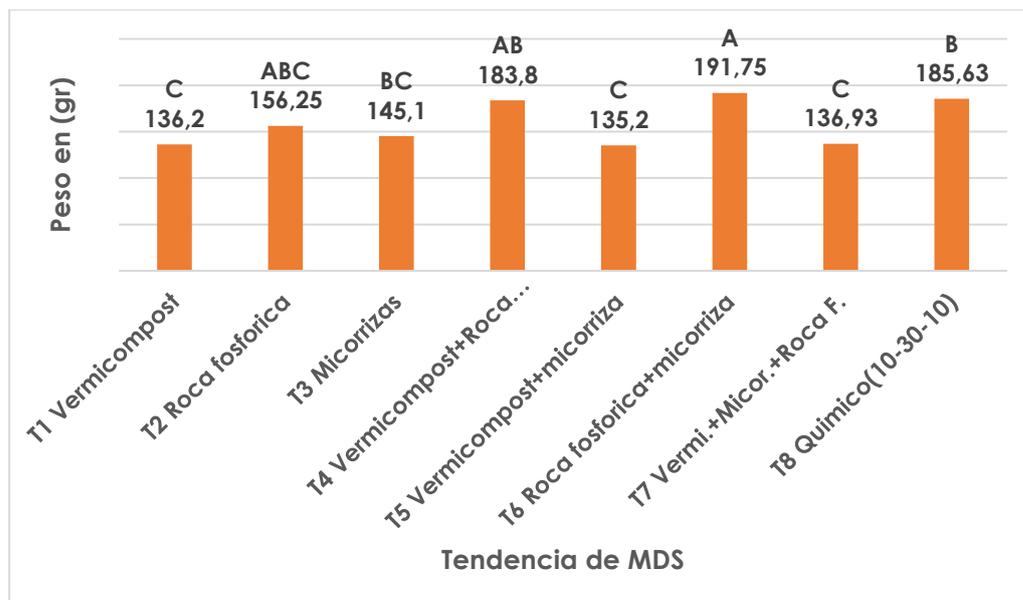


Figura 24. Peso de grano verde en gr

Con base en los resultados obtenidos en la variable de peso del grano verde, se puede concluir que el tratamiento T6, que involucra la combinación de roca fosfórica y micorrizas, muestra resultados similares a los del tratamiento T8, que consiste en una formulación química 10-30-10. Esto sugiere que la inclusión de insumos orgánicos, como las micorrizas, mejora la producción agrícola al facilitar la absorción de fósforo, que es un nutriente aportado por la roca fosfórica. Este hallazgo respalda lo mencionado por Camargo (2012), quien señala que la función principal de las micorrizas radica en facilitar la absorción de agua, fósforo y nitrógeno por parte de las plantas. Además, se corrobora con lo descrito por Díaz (2022), citado en Viteri (2018), sobre la capacidad de las micorrizas para solubilizar y secretar ácidos orgánicos que contribuyen a movilizar nutrientes, como el fósforo y el nitrógeno.

4.7 Análisis económico

Se llevó a cabo un análisis económico considerando el rendimiento y el costo de cada uno de los tratamientos aplicados en el experimento, y se calculó la relación Costo-Beneficio (C/B) para identificar el tratamiento más rentable desde una perspectiva económica. La tabla 14 proporciona detalles sobre este análisis económico, que se realizó mediante la estimación del costo de producción de cada tratamiento, considerando una hectárea como referencia.

El tratamiento T4 (vermicompost + roca fosfórica) exhibió la mejor relación costo-beneficio, con un valor de 1,67 dólares, lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 0,67 dólares. Le siguió el tratamiento T2 (roca fosfórica) con

una relación costo-beneficio de 1,60 dólares. En contraste, el tratamiento T7 (vermicompost + micorriza + roca fosfórica) mostró la rentabilidad más baja, con una relación costo-beneficio de -0,92 dólares, lo que significa que por cada dólar invertido se perdió 8 centavos.

En términos de rendimiento por hectárea, el tratamiento T6 (vermicompost + roca fosfórica) lideró con una producción de 8179,50 kg/ha, seguido por el T8 (10-30-10) con 7922,46 kg/ha y el T4 (vermicompost + roca fosfórica) con un rendimiento de 7845,60 kg/ha.

Tabla 13. Análisis económico

VARIEDAD SEMIVERDE									
tratamientos	costo \$/trat/25m ²	Costo total \$/ha	Rendimiento qq=(40kg) /ha	kg/ha	Precio \$/qq=(40kg)	Venta \$	Utilidad	C/B	
T1	3,88	1552,90	129	5846,40	18	2315,17	762,27	1,49	
T2	4,01	1602,70	147	6478,50	18	2648,65	1045,94	1,60	
T3	4,86	1945,40	137	6220,20	18	2463,20	517,80	1,27	
T4	4,66	1865,20	173	7845,60	18	3106,86	1241,65	1,67	
T5	5,52	2207,90	128	5804,40	18	2298,54	90,64	1,04	
T6	5,64	2257,70	180	8179,50	18	3239,08	981,38	1,43	
T7	6,30	2520,20	129	5877,06	18	2327,32	-192,89	0,92	
T8	6,04	2414,40	174	7922,46	18	3137,29	722,89	1,30	

Al evaluar la relación costo-beneficio de cada tratamiento, se puede concluir que el tratamiento más favorable fue el T4 (vermicompost + roca fosfórica), ya que ofrece un rendimiento superior y un beneficio significativo de 1,67 dólares, considerando que el precio del quintal de haba sea de 18 dólares., Corroborando con Chávez (2020) menciona que el fósforo es buen ayudante en desarrollo y crecimiento de la planta, pero tiene baja solubilidad, es donde entra el vermicompost con microorganismos para disolver el fosfato y así el cultivo lo aproveche.

Los resultados obtenidos, que demuestran el buen rendimiento del tratamiento T4 (vermicompost + roca fosfórica), están en línea con lo que Ghazal (2023) en su investigación, los tratamientos basados en roca fosfórica mostraron un mejor rendimiento agronómico y productivo debido al aporte de fósforo presente en la roca fosfórica. Además, la combinación con el vermicompost, que contiene microorganismos capaces de solubilizar el fósforo no asimilable por la planta, contribuye al aumento en la producción. De esta manera, se puede afirmar que el uso de ambos elementos se traduce en un beneficio para el rendimiento de la producción y así también se coincide con Ugar, O (2021) el cual en su investigación aplico vermicompost y resultó significativamente eficaz en la producción de haba y Guamba (2021) en su investigación utilizó el vermicompost y obtuvo resultados positivos, especialmente en la variedad machetona, con un rendimiento de 22,693.3 kg/ha en vainas y 15,284.24 kg/ha en grano.

4.8. Verificación de la hipótesis

Al finalizar la investigación, se verifica la hipótesis alternativa que sugiere que el uso de abonos orgánicos tiene un impacto positivo en la producción de habas semiverdes. Esto se confirma, ya que los tratamientos que involucraron vermicompost y roca fosfórica lograron un rendimiento superior en comparación con el grupo de control que empleaba métodos de fertilización tradicionales preferidos por los agricultores.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Al finalizar los análisis económicos y estadísticos relacionados con la producción de habas, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Las alternativas evaluadas son viables excepto el tratamiento T7 (vermicompost+ micorriza+ roca fosfórica), ya que el costo de producción es muy caro, debido a que se invierte, pero no se gana.
- El tratamiento más destacado en términos de desarrollo y rendimiento fue el T6 (roca fosfórica + micorriza) con una producción de 8179,50 kg/ha, seguido por el T8 (10-30-10) que obtuvo 7922,46 kg/ha, y en tercer lugar el T4 (vermicompost + roca fosfórica) con un rendimiento de 7845,60 kg/ha. Estos resultados demuestran que la combinación de microorganismos presentes en los abonos orgánicos, como el vermicompost, las micorrizas y la roca fosfórica, constituye una excelente fuente de nutrientes que impulsa el rendimiento en la producción de habas.
- Desde una perspectiva económica, en términos de costo-beneficio, el tratamiento más rentable resultó ser el T4 (vermicompost + roca fosfórica). Cada dólar invertido en este tratamiento generó una ganancia de 0,67 centavos, en contraste con el T7 (vermicompost + micorriza + roca fosfórica), donde por cada dólar invertido se perdió 8 centavos.
- Se determinó que no importa que el tratamiento T6 (micorriza + roca fosfórica) presentara un mejor desarrollo en sus etapas fisiológicas de la planta de haba, al final el tratamiento que menos tenía desarrollo fisiológico que es el T4(vermicompost + roca fosfórica) presentó un buen costo/beneficio, debido a que producía sin invertir demasiado.
- El uso de bioinsumos en la producción de habas representa una práctica respetuosa con el medio ambiente, ya que estas opciones fomentan una mayor absorción de los nutrientes presentes en el suelo, lo que facilita su aprovechamiento por parte de las plantas en su crecimiento.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere la aplicación de vermicompost y roca fosfórica en el cultivo de habas, ya que no solo mejora la rentabilidad, sino que también contribuye a la preservación del entorno ambiental.
- Se plantea la expansión de la investigación en el ámbito de estos bioinsumos, como la roca fosfórica en combinación con otros productos orgánicos, para aprovechar sus beneficios en el suelo y el crecimiento de las plantas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocalidad. (2015). *Manual de control fitosanitario de semillas*. Sitios, 22.
- Al-Tae, G., AL-Badrani, A., & S.A, K. (2023). *Effect og organic manure and phosphorus fertilizer on the growth and yield of broad beans*. International Journal of agricultural & Statistical Science.
- Atacushi, D. (2015). *Efecto de las distancias de siembra en tres variedades de cultivo de haba bajo un sistema de agricultura limpia*. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato.
- Atacushi, D. (22 de junio de 2019). *Efecto de las distancias de siembra en tres variedades del cultivo de haba bajo un sistema de agricultura limpia*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: [http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20314/1/Tesis 124%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20388.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20314/1/Tesis%20124%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20388.pdf).
- Balarezo, J. (2019). *Obtención de vermicompost con aplicación de microorganismos benéficos utilizando residuos orgánicos domésticos*. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca.
- Camargo, L., Montaña, N., Mera, C., & Montaña, S. (2012). *Micorrizas: una gran unión debajo del suelo*. Revista Digital Universitaria ISSN: 1067-6079.
- Chávez, M. (2020). *Efecto de la aplicación de Bacillus subtilis en el cultivo de fréjol en tres variedades a tres dosis*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Cuasquer, R. (2013). *Efectos de la aplicación de tres niveles de abonos orgánicos en el cultivo de haba en la xona de Cuesaca*. El Angel: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Delgado, A. (2017). *Rendimiento del cultivo de haba verde por efecto de cuatro abonos orgánicos y bacthon*. Arequipa- Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Díaz. (2022). *Evaluación de abonos orgánicos y micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de apio* . Ipiales: Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1999).
- FAO. (2022). *Cultivos y productos ganaderos*. Organización para la agricultura y la alimentación.
- Flores, S., Chulde, J., Puetate, L., & Revelo, V. (2021). *Alternativas de fertilización empleando biostimulantes para el cultivo de papa*. Montúfar: Universidad Politécnica Estatal del Carchi (Shatiri: Sembrador).
- Gamarra, L. (27 de 01 de 2017). *Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. Obtenido de Rendimiento del cultivo de haba verde por efecto de cuatro abonos orgánicos y Bacthon: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2758/Agdegala.pdf?sequence=1>
- Guamba, A. (2021). *Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de dos variedades de haba*. Huaca: Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Guerrero, A. (2018). *Elaboración y uso de abonos orgánicos*. Otavalo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Guerrero, D. (2014). *Feonología del haba*. Huaca: Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Guzman, E. (2022). *Peletización de semillas de frijol "Tolupán rojo" inoculadas con micorrizas*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- INEC. (2018). *Encuesta de superficie y producción Agropecuaria Continua*. Quito.
- Infoagro. (2020). *El cultivo de la haba*. Obtenido de inforAgro.com: <https://www.infoagro.com/hortalizas/haba.htm>
- INIAP. (2014).
- Isbell, F., & Adler, P. (2017). *Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems*. British Ecological Society.
- Izquierdo, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos*. San Joaquín: Bachelor's thesis.

- Lagos, S. (2010). *Evaluación de cuatro cepas de micorriza arbuscular en plantas de tomate en vivero*. Zamorano.
- Mansour, M., & D Bolok, A. M. (2021). *Effect of fertilization and some sinais's flora extracts on the vegetative grownth and yield of broad bean*. Plant archives.
- Morales. (2006). *Las leguminosas de grano y su clasificación taxonómica*.
- Morales, E. (2015). *Manejo de cultivos andinos en el Ecuador*. Unidad de las Fuerzas Armadas.
- Nakata, G. (28 de febrero de 2019). *The Nature Conservancy*. Obtenido de Monocultivos: la amenaza de los desiertos verdes de hoy para la producción alimentaria del mañana: <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestra-vision/perspectivas/monocultivos-amenaza-desiertos-verdes-produccion-alimentaria/>
- O, U. (2021). *Effects of microbial fertilizer and vermicompost applications on the yield and yield parameters of broad bean*. Turquía: Legume Research-An International Journal .
- Peñaloza, J., Reyes, A., González, A., Pérez, D., & Sangerman, D. (2019). *Fertilización orgánica con tres niveles de gallinaza en cuatro cultivares de papa*. Texcoco: Revista mexicana de ciencias agrícolas vol.10 no.5 .
- Pineda, F., & Vergara, A. (2020). *Evaluación de un abono orgánico mejorado con roca fosfórica y microorganismos para la fertilización fosfórica del maíz*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Reinoso, D. (2019). *Micorrizas como bioindicador de la fertilidad de suelos en sistemas de producción de cacao*. Cantón Buena Fé, provincia de Los Ríos: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Ripalda, G., & Chimbo, J. (2021). *Evaluación de tres dosis de micorrizas en el cultivo de pimiento*. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Rosero, D. (2015). *Efecto de las distancias de siembra en tres variedadesdel cultivo de haba*.
- Sierra, C. (1990). *Rocas fosfóricas: nueva fuente de fósforo para praderas y cultivos*. Osorno, Chile: Estación Experimental Remehue Bolteín técnico N 159.

Sosa, E. (2014). *Aislamiento y reproducción de hongo micorriza arbuscular en plantas de maíz*. Juan Sarabia: Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

Vermican. (2023). *Manual de vermicompostaje*. Obtenido de ¿Por qué hacer vermicompostaje?:
<https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/sostenibilidad/ManualVermicompostaje.pdf>

Villegas, V., & Laines, J. (2017). *Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos*. México: Rev. Mexicana Ciencias Agrícolas.

Vistoso, E., Sandaña, P., & Irujo, S. (2018). *Fertilización Fosfatada de praderas en suelos trumaos de la Región de Los Lagos*. Los Lagos - Chile: Libro INIA/ SERIE N

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 PREDENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR					
ESTUDIANTE:		Martínez Taimal Jhon Jairo		CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401951439	
PERIODO ACADÉMICO:		2023B			
PRESIDENTE TRIBUNAL		MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO		DOCENTE TUTOR: PHD MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO	
DOCENTE:		MSC. PAEZ VALLES ERICK PATRICIO			
TEMA DEL TIC: "Evaluación de bioinsumos enriquecidos con la roca fosfórica en el cultivo de haba (Vicia faba L.) en la Hacienda San Francisco, Huaca - Carchi"					
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES		
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7.00			
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.00	Mejorar la fundamentación teórica		
3	METODOLOGÍA	7.00	Explicar de mejor manera la metodología aplicada		
4	RESULTADOS	7.00			
5	DISCUSIÓN	7.00	Discutir de acuerdo a cada resultado de las variables evaluadas		
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.00	Presentar las conclusiones y recomendaciones de mejor manera en las láminas		
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.00	Mejorar el lenguaje técnico y científico		
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7.00	Revisar signos de puntuación y fallas ortográficas en el documento		

Obteniendo una nota de: 7.00 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 realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 15 de noviembre de 2023**


 MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 PHD MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO
 DOCENTE TUTOR


 MSC. PAEZ VALLES ERICK PATRICIO
 DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idioma.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Jhon Jairo Martinez Taimal				
DATE: 30 de noviembre de 2023				
TOPIC: "Evaluación de bioinsumos enriquecidos con la roca fosfórica en el cultivo de haba (<i>Vicia faba</i> L.) en la Hacienda San Francisco, Huaca- Carchi"				
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 Vera Jativa Edwin Andrés,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 type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" 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 LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Jhon Jairo Martinez Taimal

Fecha de recepción del abstract: 30 de noviembre de 2023

Fecha de entrega del informe: 30 de noviembre de 2023

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 los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



electrónicamente por:
EDISON BOANERGES PENAFIEL
OS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc Coordinador
del CIDEN

Anexo 3. Ensayo de campo.



Figura 25. Identificación del terreno



Figura 26. Preparación de terreno



Figura 27. Trazado del terreno



Figura 28. Fertilización



Figura 29. Elaboración de letreros

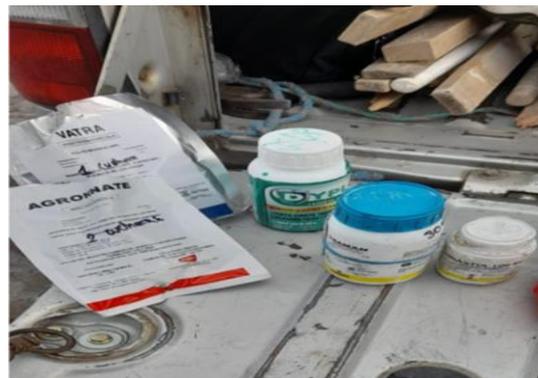


Figura 30. Control fitosanitario



Figura 31. Fumigación



Figura 32. Labores culturales



Figura 33. Toma de datos



Figura 34. Cosecha

Anexo4. Análisis de suelo.



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador tel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																				
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD																																		
Nombre: UNIV. POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI		Provincia: Carchi																																		
Ciudad: Huaca		Cantón: Huaca																																		
Teléfono:		Parroquia: Huaca																																		
Fax:		Sitio: Centro Experimental San Francisco																																		
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO																																		
Sitio: Centro Experimental San Francisco		Nro Reporte: 10870																																		
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo más textura																																		
Número de Campo: Muestra # 1		Muestra: Suelo, muestra 1																																		
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2022-04-21																																		
A Cultivar:		Fecha de Reporte: 2022-04-27																																		
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																																	
N	71.25	ppm																																		
P	13.94	ppm																																		
S	7.75	ppm																																		
K	0.22	meq/100 ml																																		
Ca	12.72	meq/100 ml																																		
Mg	0.79	meq/100 ml																																		
Zn	4.58	ppm																																		
Cu	1.24	ppm																																		
Fe	302.26	ppm																																		
Mn	26.71	ppm																																		
B	0.10	ppm																																		
pH	5.48																																			
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																		
Al		meq/100 ml																																		
Na		meq/100 ml																																		
Ce	0.110	mS/cm																																		
HO	16.28	%																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>(meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>BASES</th> <th>(%)</th> <th colspan="3"></th> <th>Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum. Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arceña</th> <th>Limo</th> <th>Arriba</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16.10</td> <td>3.99</td> <td>61.47</td> <td>13.73</td> <td></td> <td></td> <td>54.40</td> <td>35.80</td> <td>10.80</td> <td></td> <td>Francisca Arenosa</td> </tr> </tbody> </table>				Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	BASES	(%)				Clase Textural	Mg	K	K	Sum. Bases	NTot	Cl	Arceña	Limo	Arriba			16.10	3.99	61.47	13.73			54.40	35.80	10.80		Francisca Arenosa
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	BASES	(%)				Clase Textural																										
Mg	K	K	Sum. Bases	NTot	Cl	Arceña	Limo	Arriba																												
16.10	3.99	61.47	13.73			54.40	35.80	10.80		Francisca Arenosa																										
Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 																																				



LABORATORIOS NORTE
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANÁLISIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 5. Costos de producción.

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA				
Cultivo: Haba		Sistema: Semi tecnificado		
Finca Experimental San Francisco		UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTADL DEL CARCHI		
Responsable: Jhon Martinez		Fecha: 11/07/2023		
Concepto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Costos Directos				
1. preparación del suelo				
Arada y rastra	5	horas	25	125
Surcada	6	jornal	13	78
análisis de suelo	1	análisis	50	50
Subtotal preparación del suelo				253
2. Mano de obra				
Siembra	6	jornal	13	78
Fertilización	6	jornal	13	78
Insecticida + fungicida	12	aplicaciones	35	420
Aplicación de insecticida + fungicida	3	jornal	13	39
Deshierba y aporque	6	jornal	15	90
Cosecha	20	jornal	1,6	32
Subtotal mano de obra				737
3. Insumos				
Semilla	1	kg	100	100
Fertilizante 10-30-10	20	sacos	50	1000
Vermicompost	40	kg	5	200
Micorrizas	5	kg	25	125
roca fosfórica	5	kg	14,9	74,5
Costales	142	costal	0,2	28,4
Subtotal insumos				1527,9
Otros				
Transporte	2	camión	50	100
Imprevistos				250
Subtotal				350
Costo de producción				2867,9