



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

**“Evaluar el efecto de sustratos orgánicos sobre la producción del
haba (*Vicia faba*)”**

AUTOR: Jimmy Jonathan Zambrano Moreno

TUTOR: Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg

El Carmen, diciembre del 2024

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página II de 52

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Jimmy Jonathan Zambrano Moreno**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Evaluar el efecto de sustratos orgánicos sobre la producción del haba (*Vicia faba*)”**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 30 de diciembre del 2024.


Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg.
Docente Tutor
Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**“Evaluar el efecto de sustratos orgánicos sobre la producción del
haba (*Vicia faba*)”**

AUTOR: Jimmy Jonathan Zambrano Moreno

TUTOR: Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg.

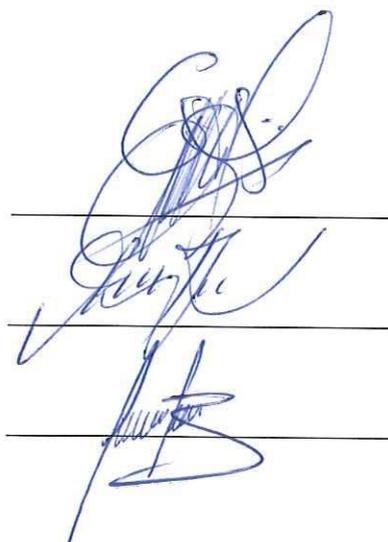
**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. Tacuri Troya Elizabeth, Mg

Ing. López Mejía Francel, Ph.D

Ing. De la Cruz Marco Vinicio, Mg



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jimmy Jonathan Zambrano Moreno con cédula de ciudadanía 1314120732, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy la autora de la tesis titulada "**Evaluar el efecto de sustratos orgánicos sobre la producción del haba (*Vicia faba*)**", esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total de su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,



Jimmy Jonathan Zambrano Moreno

DEDICATORIA

“Cuando todo parezca ir contra ti, recuerda que el avión despegar contra el viento, no a favor de él” - (Henry Ford).

A mis queridos padres, les dedico este logro con todo mi corazón, pues sin su amor, apoyo incondicional y fortaleza, este sueño no habría sido posible. Ustedes fueron mi pilar en los momentos más difíciles, brindándome no solo el respaldo emocional que necesitaba para seguir adelante, sino también el apoyo económico que permitió que este camino llegara a buen término.

Gracias por creer en mí cuando dudaba, por sostenerme cuando flaqueaba y por su incansable esfuerzo para que pudiera completar mi carrera de Ingeniería Agropecuaria. Cada paso que he dado, lo he dado sabiendo que están a mi lado, impulsándome con su ejemplo de trabajo, sacrificio y dedicación.

Este título no solo es mío, es de ustedes. Porque su esfuerzo, su fe en mí y su amor fueron la base de este logro. Les estaré eternamente agradecido y prometo honrar todo lo que han hecho por mí, no solo con mi éxito profesional, sino con la persona que me han ayudado a ser.

AGRADECIMIENTO

“Caerse es parte de la vida, levantarse es parte de vivir”- (José N. Harris).

Quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por ser el espacio donde crecí, aprendí y me formé como profesional y ser humano. A lo largo de mi trayectoria académica, esta institución me brindó no solo los conocimientos técnicos necesarios para desarrollarme en el campo de la Ingeniería Agropecuaria, sino también los valores de compromiso, responsabilidad y dedicación que me guiarán a lo largo de mi carrera.

Agradezco a cada docente, personal administrativo y a mis compañeros, quienes hicieron de esta etapa un proceso de crecimiento integral. La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí no solo me proporcionó una sólida formación académica, sino que también me impulsó a pensar de manera crítica, a enfrentar los desafíos con valentía y a buscar siempre la mejora continua en lo que hago.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE ANEXO.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1 MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Importancia y diversidad del género <i>Phaseolus</i> en la agricultura global.....	4
1.1.1 Clasificación taxonómica de <i>Vicia faba</i>	6
1.2 Características morfológicas y fisiológicas del haba pallar (<i>Vicia faba</i>).....	6
1.2.1 Raíz.....	7
1.2.2 Tallos.....	7
1.2.3 Hojas.....	7
1.2.4 Características de la flor, vaina y fruto.....	8
1.3 Requerimientos nutricionales en <i>Vicia faba</i>	8
1.4 Comparación nutricional y agronómica del haba pallar en Ecuador.....	9
1.5 Etapas del desarrollo del haba pallar.....	10
1.5.1 Fase Vegetativa.....	11
1.5.2 Fase Reproductiva.....	11
1.6 Densidad de siembra y rendimiento del cultivo de haba pallar.....	11
1.7 Fijación de Nitrógeno en el Cultivo de Haba Pallar.....	12
1.8 Labores culturales, sistema de siembra y desinfección de semilla en el haba pallar.....	13
1.9 Optimización de suelos agrícolas con sustratos orgánicos: bobinaza, humus, pollinaza y tierra de cacao.....	14
1.9.1 Tierra de Cacao.....	15
1.9.2 Pollinaza (Estiércol Avícola).....	15
1.9.3 Humus de lombriz.....	15
CAPITULO II.....	16
INVESTIGACIONES EXPERIMENTAL AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III.....	18
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1 Localización de la unidad experimental.....	18
3.2 Caracterización agroecológica de la zona.....	19
3.3 Metodología.....	19

3.3.1.	Método Teórico	19
3.4	Variables	20
3.3.2.	Variables independientes.....	20
3.5	Variables dependientes	20
3.5.1.	Unidad Experimental.....	21
3.6	Tratamientos	21
3.7	Características de las Unidades Experimentales.....	21
3.8	Análisis Estadístico.....	21
3.9	Instrumentos de medición	22
3.10	Manejo del ensayo	22
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1	Variables altura de la planta.....	23
4.2	Número de hojas	24
4.3	Número de vainas y flores del haba (<i>Vicia faba</i>).....	25
4.4	Número de semillas y Rendimiento kg ha ⁻¹ de <i>Vicia faba</i>	26
	CAPITULO V	28
5	CONCLUSIONES	28
	CAPITULO VI.....	XXXV
6	RECOMENDACIONES	XXXV
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXXVI
8	ANEXOS.....	XLIII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía y Características Generales de Vicia faba	6
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de Vicia faba	9
Tabla 3. Condiciones de producción del haba pallar	10
Tabla 4. Etapas del desarrollo del haba Pallar (CIAT, 1985).....	10
Tabla 5. Distanciamiento de siembra del haba pallar	12
Tabla 6. Características agroecológicas de la localidad	19
Tabla 7. Disposiciones de los tratamientos en estudio	21
Tabla 8. Características de la unidad experimental	21
Tabla 9. Esquema de ADEVA.....	22
Tabla 10. Altura de la planta (cm) 30 días después de la siembra.....	23
Tabla 11. Efecto de los biofertilizantes en el número de hojas del haba (Vicia faba) en diferentes días de evaluación.....	24
Tabla 11. Efecto de los biofertilizantes en el número de flores y número de frutos hojas del haba (Vicia faba) en diferentes días de evaluación	25
Tabla 13. Efecto de los tratamientos orgánicos sobre el número de semillas y rendimiento en $kg \cdot ha^{-1}$ en haba	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Semillas de Vicia faba. Fila superior, de izquierda a derecha: forma silvestre de El Progreso, Guatemala ('Trona' G26731), forma cultivada de Jalapa, Guatemala ('Chaponeca Rosada' G25974), de Campeche, México ('Xmadzakitán' G25754) y de Arizona, EE. UU. (G25657A). Fila inferior, de izquierda a derecha: forma silvestre de Loja, Ecuador ('Sacha Viuda' G24643), forma cultivada de Chimborazo, Ecuador ('Tortita' G26590), de Nariño, Colombia ('Torta' G25895).....	5
Figura 2. Bacterias del género Rhizobium forman asociaciones simbióticas con las raíces de las leguminosas.....	7
Figura 3. Hojas del cultivo de Vicia faba.....	7
Figura 4. Flor, vaina y fruto del haba pallar.....	8
Figura 5. Nódulos en las raíces albergan las bacterias en la zona radicular.....	13
Figura 6. Ubicación y coordenadas de la zona del experimento.....	19
Figura 7. Efecto de los biofertilizantes sobre la variación de la altura de planta en durante diferentes etapas fenológicas.....	24
Figura 8. Efecto de los tratamientos sobre el número de flores y vainas del haba.....	26

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Certificado de similitud Compilatio	XLIII
Anexo 2. ADEVA de la variable altura de la planta	XLIV
Anexo 2. Establecimiento del cultivo	XLIV
Anexo 3. <i>Tutorado del haba</i>	XLIV
Anexo 4. <i>Rotulación de los tratamientos</i>	XLIV
Anexo 5. <i>Toma de datos de producción y número de flores</i>	XLV

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes sustratos orgánicos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba*) en la localidad de El Carmen, Manabí. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos (Bovinaza, Pollinaza, Tierra de cacao y Humus) y cinco repeticiones. En cuanto a las variables de crecimiento, no se observaron diferencias significativas en la altura de planta a los 30, 45 y 60 días. A partir de los 75 días, las diferencias fueron significativas ($p < 0,05$), destacando la Bovinaza como el tratamiento con mayor altura (138,21 cm) y número de hojas (135,55), mientras que Tierra de cacao y Pollinaza registraron los valores más bajos. Respecto a las variables de rendimiento, se identificaron diferencias significativas en el número de flores, vainas y semillas. El tratamiento con Bovinaza obtuvo los mejores resultados con 12,65 flores, 11,8 vainas y 6,1 semillas por planta. En términos de rendimiento, Bovinaza alcanzó 2,700 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, valor cercano a los 2,800 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ reportados con fertilización química, y muy superior al rendimiento sin fertilización (1,500 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Los resultados evidencian que los sustratos orgánicos, en particular la Bovinaza y la Pollinaza, pueden mejorar el rendimiento y el crecimiento del cultivo de haba de manera sostenible, siendo una alternativa viable para reducir la dependencia de fertilizantes químicos.

Palabras claves: bovinaza, pollinaza, frejol torta, rendimiento, crecimiento

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of different organic substrates on the growth and yield of broad bean (*Vicia faba*) cultivation in the locality of El Carmen, Manabí. A completely randomized block design was applied with four treatments (Bovinaza, Pollinaza, Cocoa husk, and Humus) and five replications. Regarding growth variables, no significant differences were observed in plant height at 30, 45, and 60 days. From 75 days onwards, differences became significant ($p < 0.05$), with Bovinaza standing out as the treatment with the greatest plant height (138.21 cm) and the highest number of leaves (135.55), while Cocoa husk and Pollinaza recorded the lowest values. Concerning yield variables, significant differences were identified in the number of flowers, pods, and seeds. The Bovinaza treatment achieved the best results, with 12.65 flowers, 11.8 pods, and 6.1 seeds per plant. In terms of yield, Bovinaza reached $2,700 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, a value close to the $2,800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ reported with chemical fertilization and significantly higher than the yield obtained without fertilization ($1,500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). The results demonstrate that organic substrates, particularly Bovinaza and Pollinaza, can sustainably improve the growth and yield of broad bean cultivation, providing a viable alternative to reduce reliance on chemical fertilizers.

Keywords: cattle manure, poultry manure, bean cake, yield, growth

INTRODUCCIÓN

El haba pallar (*Vicia faba.*), también conocida como haba de vega, es una leguminosa de gran valor que ha sido parte integral de la agricultura y alimentación en Ecuador, particularmente en la costa de Manabí (Intriago, 2022). Esta especie trepadora destaca no solo por su capacidad de adaptarse a una amplia variedad de ambientes, que van desde las condiciones áridas de la costa peruana hasta la humedad tropical del Amazonas ecuatoriano, sino también por su aporte nutrimental (Nieto-Cabrera, 2022). Rica en proteínas, fibra y carbohidratos complejos, el pallar es un alimento ideal para incluir en la dieta diaria, proporcionando energía y beneficios tanto físicos como mentales (Tello-Fonseca, 2018).

A pesar de su valor nutricional y adaptabilidad, el cultivo del haba pallar ha sido relegado en muchas zonas del país, sin embargo, su capacidad para crecer en diferentes condiciones climáticas y su potencial para contribuir a la seguridad alimentaria ha despertado el interés de investigadores y agricultores (Intriago, 2022). Estudios realizados por el INIAP en la Estación Experimental Santa Catalina han evaluado el rango de adaptación de esta leguminosa, demostrando que el distanciamiento adecuado entre plantas, entre 1 y 1,20 m, es clave para obtener altos rendimientos y prevenir problemas asociados con plagas y enfermedades (Moghaddam y Aminpanah, 2015).

Además, el uso de fertilización orgánica ha mostrado ser una práctica prometedora para maximizar el rendimiento del haba pallar, mejorando las propiedades del suelo y reduciendo los costos de producción (Sánchez et al., 2012). Abonos como el humus de lombriz, biol y bocashi no solo contribuyen a un crecimiento más saludable de la planta, sino que también fomentan prácticas agrícolas sostenibles que son cada vez más necesarias ante los desafíos ambientales actuales (Nieto-Cabrera, 2022).

En este contexto, el cultivo del haba pallar no solo representa una oportunidad para mejorar la producción agrícola, sino también para promover una alimentación más saludable y sostenible en Ecuador (Moghaddam y Aminpanah, 2015). Por tanto, su correcta gestión y promoción en diferentes regiones del país podría desempeñar un papel importante en la adaptación de la agricultura a los cambios climáticos y en la mejora de la seguridad alimentaria nacional (Miranda-Villa et al., 2013).

A pesar de que el haba pallar (*Vicia faba.*), conocido también como frijol lima o mantequilla, ha sido tradicionalmente un cultivo de alto valor nutricional y ecológico, su producción ha sido relegada a sistemas de agricultura de subsistencia, lo que ha provocado una

disminución en sus rendimientos (Moghaddam y Aminpanah, 2015). Históricamente, este cultivo ha enfrentado múltiples desafíos, como la falta de manejo adecuado de suelos y plagas, limitando su productividad (Sánchez et al., 2012). Sin embargo, en los últimos años, ha recibido mayor atención a través de programas nacionales, compañías de semillas y organizaciones agroquímicas, que han impulsado la mejora de variedades y estrategias de manejo más sostenibles (Guo et al., 2009).

No obstante, en el contexto agroecológico y ecosistémico, aún existen vacíos en la implementación de prácticas sostenibles que favorezcan tanto el rendimiento como la regeneración del suelo (Aslani y Sourì, 2018). El impacto de sustratos orgánicos como el humus de lombriz, biol y bocashi en la producción de haba pallar y en la restauración de los suelos aún no ha sido suficientemente estudiado (Nieto-Cabrera, 2022). Esta falta de investigación limita la adopción de prácticas agrícolas que no solo optimicen el rendimiento, sino que también promuevan la resiliencia y sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas donde se cultiva esta leguminosa.

El cultivo de haba (*Vicia faba.*) en la localidad de El Carmen, Manabí, enfrenta bajos rendimientos debido a la degradación del suelo y el manejo ineficaz de macronutrientes. Aunque se ha propuesto el uso de sustratos orgánicos como humus de lombriz, biol y bocashi para mejorar la disponibilidad de nutrientes y la productividad, su efectividad en comparación con fertilizantes convencionales no ha sido suficientemente investigada. La falta de información sobre cómo estos sustratos influyen en el crecimiento y rendimiento del haba limita su adopción como práctica sostenible.

Por ello, es necesario evaluar si los sustratos orgánicos pueden mejorar el rendimiento del cultivo y mantener la fertilidad del suelo de manera más eficiente que los métodos tradicionales de fertilización.

¿Pueden los sustratos orgánicos como humus de lombriz, biol y bocashi mejorar el crecimiento, el rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba*) y la fertilidad del suelo de manera más eficiente que los fertilizantes convencionales en la localidad de El Carmen, Manabí?

i) Objetivo general

- Evaluar el efecto de diferentes sustratos orgánicos en los parámetros de crecimiento y rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba.*) en la localidad de El Carmen, Manabí.

ii) Objetivos específicos

- Determinar las variables de crecimiento del cultivo de haba (*Vicia faba.*) bajo la aplicación de diferentes sustratos orgánicos.
- Evaluar las variables de rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba.*) en respuesta a la utilización de sustratos orgánicos en comparación con fertilización convencional.

iii) Hipótesis

- **Hipótesis Alternativa**

El uso de sustratos orgánicos mejora significativamente el rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba.*) en comparación con los tratamientos convencionales de fertilización.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Agricultura sostenible y agricultura orgánica

La agricultura sostenible se define como un enfoque integral que busca satisfacer las necesidades actuales de producción de alimentos, fibras y otros productos agrícolas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades (Olabode et al., 2007). Este modelo prioriza el uso eficiente de los recursos naturales, la preservación de la biodiversidad y el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Además, integra prácticas que promueven la resiliencia frente al cambio climático y aseguran la viabilidad económica de los sistemas agrícolas. Según Altieri (1995), la sostenibilidad agrícola se basa en la interrelación armónica entre los aspectos sociales, económicos y ambientales, consolidando un desarrollo equilibrado en las áreas rurales.

Por otro lado, la agricultura orgánica es un sistema de producción que elimina el uso de insumos químicos sintéticos, como pesticidas y fertilizantes, en favor de métodos naturales y ecológicos. Este enfoque promueve la salud del suelo, la calidad del agua y la seguridad alimentaria mediante el empleo de prácticas como la rotación de cultivos, el compostaje y el control biológico de plagas. Según Lampkin (1994), este modelo no solo mejora la productividad agrícola, sino que también fomenta la conservación de los ecosistemas, proporcionando una alternativa viable frente a los desafíos ambientales de la agricultura convencional (Olabode et al., 2007).

1.2 Importancia y diversidad del género *Phaseolus* en la agricultura global

A nivel global, aproximadamente quince especies de leguminosas abarcan alrededor del 60,7% de la superficie destinada a cultivos hortícolas (Baudoin, 2007). Entre ellas, *Phaseolus vulgaris*, conocida comúnmente como “judía verde” en España, “ejote” en México, “habichuelas” en Colombia, “chauchas” en Argentina, y “porotos verdes” en Chile, destaca por su presencia en gran parte de América (Alarcón-Méndez, 2016).

Aunque comúnmente se consideran complementos de los cereales debido a su perfil de aminoácidos, las legumbres también aportan micronutrientes esenciales, convirtiéndolas en una fuente significativa de nutrición (Hernández-López et al., 2013). Entre las leguminosas de grano, *Phaseolus vulgaris* es la más importante debido a su amplia distribución y a su rol fundamental en la dieta de América Latina (Baudoin, 2007).

A pesar de que el frijol tiene origen americano, su mejora genética se llevó a cabo principalmente en Europa, con posteriores reintroducciones en América. En tiempos precolombinos, diversas especies de *Phaseolus* eran componentes esenciales de la dieta desde Canadá hasta Chile y Argentina (Voysset, 2000).

Las variedades mejoradas del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) exhiben una gran diversidad en términos de hábito de crecimiento, color de semillas y vainas, y tiempo de producción (Alarcón-Méndez, 2016). Este género, que incluye alrededor de 200 especies, es uno de los más relevantes en términos económicos, debido a su importancia alimentaria y su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones agroclimáticas c

Vicia faba, conocida comúnmente como haba pallar, es una leguminosa de crecimiento variable que incluye variedades trepadoras y arbustivas (Andueza-Noh et al., 2013). Esta planta herbácea, generalmente autógama, presenta una raíz pivotante y su ciclo de vida puede ser anual, bianual o incluso perenne, dependiendo de las condiciones en las que se cultive (Baudoin, 2007).

Esta leguminosa es de gran relevancia nutricional, especialmente en América Latina, donde su cultivo contribuye a la seguridad alimentaria (Santos et al., 2022). En Ecuador, particularmente en la provincia de Manabí, es ampliamente consumida y se han desarrollado variedades mejoradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), como las variedades INIAP 490 e INIAP 491, que son precoces, tolerantes a enfermedades y altamente productivas. No obstante, el rendimiento de este cultivo enfrenta desafíos significativos debido al manejo inadecuado del suelo y el uso incorrecto de fertilizantes, lo que subraya la necesidad de implementar prácticas agroecológicas que mejoren la sostenibilidad de su producción (Alarcón-Méndez, 2016).



Figura 1. Semillas de *Vicia faba*. Fila superior, de izquierda a derecha: forma silvestre de El Progreso, Guatemala ('Trona' G26731), forma cultivada de Jalapa, Guatemala ('Chaponeca

Rosada G25974), de Campeche, México (*Xmadzakitán* G25754) y de Arizona, EE. UU. (G25657A). Fila inferior, de izquierda a derecha: forma silvestre de Loja, Ecuador (*Sacha Viuda* G24643), forma cultivada de Chimborazo, Ecuador (*Tortita* G26590), de Nariño, Colombia (*Torta* G25895)

Nota. Tomado de CIAT (2022).

Para optimizar el cultivo de *P. lunatus*, es fundamental adoptar lineamientos que aseguren un manejo eficiente de los recursos, tanto en pequeñas áreas como en extensiones agrícolas más amplias. Estas prácticas deben enfocarse en la salud del suelo y la correcta dosificación de nutrientes, promoviendo un enfoque agroecológico que maximice la productividad sin comprometer el equilibrio ecosistémico.

1.2.1 Clasificación taxonómica de *Vicia faba*

Tabla 1. Taxonomía y Características Generales de *Vicia faba*

Clasificación	Descripción
Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Sub-División	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Familia	Leguminosas
Subfamilia	Papilionácea
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Vicia faba</i>
Nombre científico	<i>Vicia faba</i> . 1753

Nota. Tomado de Alarcón-Méndez (2016).

1.3 Características morfológicas y fisiológicas del haba pallar (*Vicia faba*.)

El *Vicia faba*., conocido como haba pallar, pertenece a la familia *Fabaceae* (*Leguminosae*), subfamilia *Faboideae* y tribu *Phaseoleae*. Es una planta herbácea con dos tipos de hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado (Martínez-Castillo y Peralta, 2023).

Las variedades arbustivas o erectas pueden alcanzar hasta 50 cm de altura, mientras que las variedades indeterminadas tienen un crecimiento más prolongado, desarrollando tallos largos que pueden trepar o extenderse a lo largo del suelo (Bracho et al., 2010).

1.3.1 Raíz

Una de las características más importantes del haba pallar es su capacidad de formar nódulos radiculares en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, como las del género *Bradyrhizobium* (Abarca et al., 1988). Esta simbiosis le permite obtener nitrógeno del aire y mejorar la fertilidad del suelo, reduciendo la necesidad de fertilizantes nitrogenados, lo que convierte a esta leguminosa en una especie de gran valor para la sostenibilidad agrícola (Gibson et al., 2022).



Figura 2. Bacterias del género *Rhizobium* forman asociaciones simbióticas con las raíces de las leguminosas.

Nota tomado de Cambiagro (2023)

1.3.2 Tallos

Los tallos del haba pallar son herbáceos, con estriaciones visibles, y pueden ser levemente pubescentes o glabros (sin vellosidad) (Mejillón y Fernando, 2023). Las hojas son trifoliadas, alternas y con folíolos que varían en forma, siendo ovalados, lanceolados o rómbicos, su tamaño puede oscilar entre los 3 y 19 cm de largo y entre 1 y 11 cm de ancho, con un ápice agudo y base redondeada (Mercado y Quispe, 2019).

1.3.3 Hojas

Las hojas tienen un color verde azulado, y su textura puede variar desde membranosa a coriácea, dependiendo de las condiciones ambientales y del genotipo. Los peciolos, que sostienen las hojas, pueden medir entre 1.5 cm y 19 cm de longitud (Singh et al., 2006).



Figura 3. Hojas del cultivo de *Vicia faba*.

Nota. Tomado de CIAT (2022).

Sus hojas trifoliadas, de un característico color azul-verdoso, y su inflorescencia en racimo con flores blancas o blanco-verdosas, son rasgos distintivos de esta especie (Baudoin, 2007). Las vainas son curvadas y aplanadas, con 2 a 4 semillas aplanadas y arriñonadas, que presentan una gran variabilidad en tamaño y color, desde blancas hasta negras o amarillentas (Singh et al., 2006).

1.3.4 Características de la flor, vaina y fruto

En términos de reproducción, la planta desarrolla flores pequeñas de color blanco o ligeramente morado, agrupadas en racimos (Nieto-Cabrera, 2022). Las vainas que contienen las semillas son aplanadas y curvas, y su longitud varía entre 5 y 12 cm, con entre 2 y 4 semillas por vaina (Aslani y Souri, 2018). Las semillas son ricas en proteínas, minerales y vitaminas, lo que convierte al haba pallar en un alimento altamente nutritivo (Quicaliquín, 2019).

Se han identificado dos principales acervos genéticos de *P. lunatus*: el Andino, que produce semillas grandes conocidas como "big lima" o "baby lima", y el Mesoamericano, caracterizado por semillas más pequeñas, tipo "sieva" (Flores-Collantes y Sifuentes-Menacho, 2014).



Figura 4. Flor, vaina y fruto del haba pallar

Nota. Tomado de CIAT (2022).

El haba pallar es también resistente a condiciones adversas como sequía y puede adaptarse a suelos con pH entre 4,5 y 6,5. Esta tolerancia le permite crecer en regiones semiáridas y tropicales, lo que lo convierte en un cultivo versátil y esencial en la dieta de muchas comunidades rurales en América Latina (Coronel et al., 2009).

Las variedades de crecimiento indeterminado, de tipo trepador, pueden alcanzar entre 1,8 y 4 metros de altura, con un tallo principal que continúa su desarrollo indefinidamente, mientras que las variedades de crecimiento determinado, de tipo arbustivo, suelen medir entre 30 y 90 cm, terminando su crecimiento en una inflorescencia terminal (Quicaliquín, 2019).

1.4 Requerimientos nutricionales en *Vicia faba*

El análisis del suelo es una herramienta clave para garantizar un desarrollo óptimo en el

cultivo de *P. lunatus*, ya que permite evaluar tanto la humedad como los nutrientes disponibles, lo que contribuye a mejorar la resiliencia de la planta y aumentar su rendimiento (Mercado y Quispe, 2019). Cada especie vegetal presenta necesidades nutricionales específicas para su correcto crecimiento, y *P. lunatus* no es la excepción (Coronel et al., 2009).

Además, los diferentes tipos de suelos varían en su composición mineral, lo que subraya la importancia de adaptar las estrategias de fertilización y manejo según las características particulares del suelo donde se va a establecer el cultivo (Quicaliquín, 2019)

Para lograr una producción eficiente, es esencial identificar las carencias o excesos de nutrientes en el suelo, y ajustarlos mediante la aplicación de insumos orgánicos o sintéticos según sea necesario (Mercado y Quispe, 2019). Este enfoque no solo promueve el rendimiento de la leguminosa, sino que también contribuye a la sostenibilidad del sistema agrícola al optimizar el uso de los recursos disponibles (Alarcón-Méndez, 2016).

Tabla 2. *Requerimientos nutricionales de Vicia faba*

Nutrientes	N	P	K	NPK	Mg	S
Kg ha ⁻¹	97	9	93	54	18	25

Nota. Adaptado de Mejillón y Fernando (2023).

1.5 Comparación nutricional y agronómica del haba pallar en Ecuador

El haba pallar (*Vicia faba.*) y la habichuela, conocida también como Baby Lima Bean, son dos variedades de leguminosas propias de Ecuador (Martínez-Castillo y Peralta, 2023). La característica más evidente que las diferencia es el tamaño de sus semillas, siendo las de la habichuela más pequeñas, lo que justifica su denominación de "Baby Lima Bean" (López-Alcocer et al., 2016).

El haba pallar, a menudo referida como frijol pallar o frijol Lima, es una planta herbácea cuyas semillas son reconocidas por su alto valor nutricional, convirtiéndola en un alimento clave en la dieta local (Intriago, 2022). Esta leguminosa prospera mejor en ambientes secos y es ideal para zonas que se encuentren entre los 2,000 y 2,800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que varían entre los 16 y 27 °C. Además, es tolerante a la sequía y se adapta a una amplia gama de suelos con un pH de entre 4,4 y 6,0 (Nieto-Cabrera, 2022).

En cuanto a la composición química de la variedad Beshbesh de *Vicia faba.*, según el estudio de Quicaliquín (2019), contiene aproximadamente 20,28% de proteínas, 61,59% de carbohidratos, 3,05% de grasas, 5,19% de fibra y 3,18% de cenizas. Por otro lado, la habichuela

destaca por su alto contenido en proteínas y almidón, con niveles que alcanzan el 26% y entre el 56 y 60%, respectivamente, esta leguminosa es capaz de soportar condiciones adversas, lo que la hace una opción favorable para los agricultores (Admassu Shimelis y Kumar Rakshit, 2005)

En otro estudio de Alarcón (2016) se reportó que la habichuela posee 13.30% de humedad, 20.40% de proteínas, 62.10% de carbohidratos, 6.0% de fibra, 0.8% de grasa y 3.40% de cenizas.

Tabla 3. *Condiciones de producción del haba pallar*

Factor	Condiciones óptimas
Altitud	2,000 - 2,800 m.s.n.m
Temperatura	16 - 27 °C
Resistencia	Sequías
Tipo de Suelo	Variedad de suelos, pH 4,4 - 6,0
Composición Química (var, Beshbesh)	Proteínas: 20,28%, Carbohidratos: 61,59%, Grasa: 3,05%, Fibra: 5,19%, Cenizas: 3,18%

Nota. adaptado de Mejillón y Fernando (2023)

1.6 Etapas del desarrollo del haba pallar

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (1985) describe las etapas del desarrollo del cultivo de haba pallar, las cuales son aplicables a todos los tipos de hábitos de crecimiento y genotipos que se encuentran dentro de esta especie.

- Etapa Fenológica, Se refiere al periodo comprendido entre dos fases fenológicas consecutivas, marcando la transición de una fase a otra (Palomino, 2015).
- Fases Fenológicas: Representan el periodo en el que los órganos de la planta aparecen, se transforman o desaparecen. También se pueden definir como el tiempo durante el cual se manifiestan determinados procesos biológicos (Admassu Shimelis y Kumar Rakshit, 2005).

Tabla 4. *Etapas del desarrollo del haba Pallar (CIAT, 1985)*

Etapa	Descripción	Días aproximados (promedio)
Fase Vegetativa		
V0	Germinación	5-7 días
V1	Emergencia	7-10 días
V2	Hojas primarias	10-14 días
V3	Primera hoja trifoliada	14-18 días
V4	Tercera hoja trifoliada	18-25 días

Fase Reproductiva

R5	Prefloración	25-30 días
R6	Floración	30-40 días
R7	Formación de vainas	40-50 días
R8	Llenado de vainas	50-60 días
R9	Maduración	60-90 días

Nota. Adaptado de Mejillón y Fernando (2023).

1.6.1 Fase Vegetativa

Esta fase inicia desde la germinación de la semilla de haba pallar hasta que la planta completa su estructura básica, durante esta fase, se forman las hojas primarias y las trifoliadas (Tello-Fonseca, 2018).

1.6.2 Fase Reproductiva

A partir de la etapa R5, la planta comienza a desarrollar sus órganos reproductivos, como las flores, para posteriormente formar y llenar las vainas que contienen las semillas. Finalmente, la planta llega a la maduración, donde las vainas están listas para ser cosechadas (Tello-Fonseca, 2018).

1.7 Densidad de siembra y rendimiento del cultivo de haba pallar

La densidad de siembra es uno de los factores más determinantes en el rendimiento agrícola, ya que la cantidad de plantas por hectárea influye directamente en la productividad (Moran, 2020). Todo cultivo requiere una densidad óptima, que depende del espacio necesario para el adecuado crecimiento de cada planta, si el área vital es insuficiente, las plantas compiten entre sí por los recursos esenciales, como nutrientes, agua y luz (Rodríguez et al., 2023).

De acuerdo con Ríos y Quirós (2002), la densidad de siembra varía según la variedad del cultivo, el tipo de suelo y las condiciones agroclimáticas, como luminosidad, precipitación, vientos y la pendiente del terreno (Rodríguez et al., 2023). Para terrenos planos, se recomienda una distancia de 1 metro entre surcos, mientras que, para terrenos con mayor inclinación, la distancia aumenta entre 1,10 y 1,50 m, en ambos casos, se busca una densidad de población de entre 40,000 y 50,000 plantas por hectárea (Tello-Fonseca, 2018).

Cueva (2017), indica que la densidad óptima de la población depende de factores como la variedad del cultivo, la humedad del suelo y la fertilidad. Las variedades más precoces, al ser de menor tamaño, pueden beneficiarse de una mayor densidad, mientras que las variedades tardías, más grandes, no toleran la misma densidad (Tello-Fonseca, 2018). Además, la

disponibilidad de nutrientes y el manejo adecuado del cultivo son cruciales en poblaciones densas (Rodríguez et al., 2023).

Padilla et al. (2003) mencionan que las características del crecimiento de cada variedad y los factores ambientales, como suelo, precipitación y temperatura, determinan la densidad y distribución óptima de las plantas. Cada variedad requiere un tratamiento específico debido a diferencias en su crecimiento y precocidad (Tello-Fonseca, 2018).

Seiter et al. (2004) afirman que un manejo adecuado del distanciamiento entre surcos y la densidad de población puede optimizar el uso de los recursos ambientales, lo que ayuda a incrementar el rendimiento del cultivo. Además, el desarrollo de nuevas variedades demanda la determinación de la distancia óptima para maximizar su potencial productivo (Tello-Fonseca, 2018).

La densidad de siembra en el cultivo de pallar depende de la variedad y su hábito de crecimiento. Las variedades tardías se siembran a una distancia de 1,80 m x 1,80 m entre surcos y golpes, mientras que las variedades semi-precoces se siembran a 1,40 m x 1,40 m, y las precoces a 0,90 m x 0,40 m. Para estas distancias, se requiere entre 40 y 80 kg de semilla por hectárea (Moran, 2020).

Tabla 5. *Distanciamiento de siembra del haba pallar*

Variedad	Distancia entre Surcos (m)	Distancia entre Plantas (m)
Variedades Tardías	1,80 x 1,80	1,80 x 1,80
Variedades Semi-precoces	1,40 x 1,40	1,40 x 1,40
Variedades Precoces	0,90 x 0,40	0,90 x 0,40
Densidad de población	40,000 - 50,000 plantas/ha	

Nota. Adaptado de Moran (2020).

1.8 Fijación de Nitrógeno en el Cultivo de Haba Pallar

El haba pallar es una leguminosa que tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico de manera simbiótica cuando está en presencia de cepas adecuadas de *Rhizobium*. Sin embargo, la fijación de nitrógeno puede verse afectada por problemas relacionados con las condiciones del suelo, la variedad de la planta, o la calidad de la inoculación, lo que obliga a la planta a depender del nitrógeno disponible en el suelo o de fertilizantes nitrogenados aplicados.

La deficiencia de nitrógeno suele ser un problema más común en suelos con bajos niveles de materia orgánica, y también se manifiesta en suelos ácidos, donde los niveles tóxicos de

aluminio o manganeso, así como las deficiencias de calcio y magnesio, restringen tanto la descomposición microbiológica de la materia orgánica como la fijación de nitrógeno por el *Rhizobium* (CIAT, 1980).

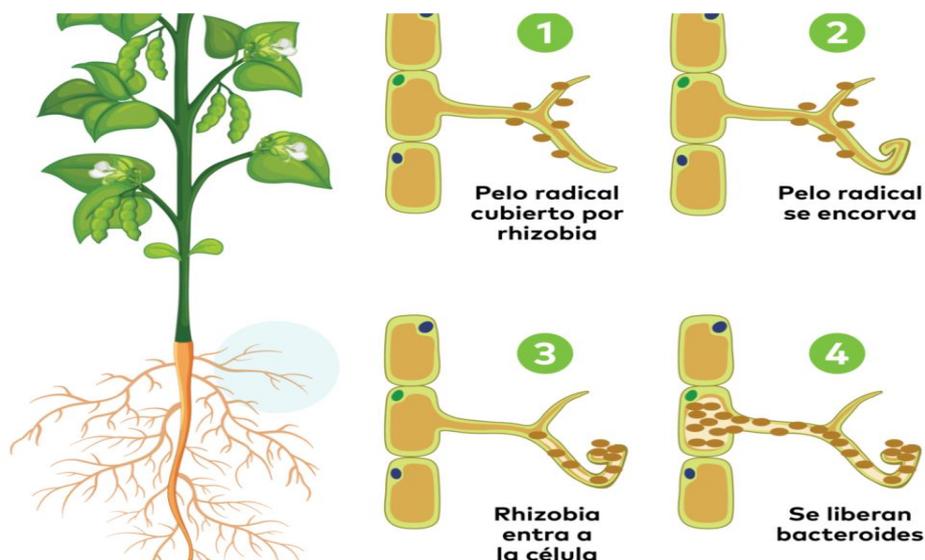


Figura 5. *Nódulos en las raíces albergan las bacterias en la zona radicular*

Nota tomado de Cambiagro (2023)

La simbiosis entre *Rhizobium* y las leguminosas es responsable de fijar aproximadamente 35 millones de toneladas de nitrógeno al año a nivel mundial, lo que resulta fundamental en las regiones tropicales de América, donde la deficiencia de nitrógeno es una de las principales limitantes para la producción agrícola (López-Alcocer et al., 2016). No obstante, la cantidad de nitrógeno que las plantas pueden fijar varía significativamente dependiendo de las condiciones específicas del cultivo (Guo et al., 2009).

1.9 Labores culturales, sistema de siembra y desinfección de semilla en el haba pallar

Las labores culturales en el cultivo del haba pallar son esenciales para el control de malezas, plagas y enfermedades. Una de las prácticas recomendadas es realizar siembras dobles, lo que ayuda a mantener el campo libre de malezas y mejora la oxigenación de las raíces. El deshierbo posterior puede realizarse manualmente para mantener el campo en condiciones óptimas (Intriago, 2022).

En cuanto al sistema de siembra, las variedades de haba pallar más comunes se siembran con riego por gravedad, utilizando distancias de 1,50 a 1,60 m entre surcos y entre golpes. Se recomienda colocar de 4 a 5 semillas por golpe, para dejar un promedio de dos plantas por golpe después de la germinación (Moghaddam Y Aminpanah, 2015). En suelos con buena fertilidad,

es posible aumentar las distancias entre surcos y golpes hasta un máximo de 2 metros (Nieto-Cabrera, 2022).

La desinfección de la semilla es una medida preventiva fundamental contra los hongos del suelo. Los productos más utilizados para este propósito incluyen Rhizolex T, a una dosis de 4 a 5 g/kg de semilla, y Vitavax, a 4 g/kg de semilla. Otros tratamientos como Venectuo o Rethane también son efectivos para proteger las semillas contra los gusanos del suelo (Moghaddam y Aminpanah, 2015).

1.10 Optimización de suelos agrícolas con sustratos orgánicos: bobinaza, humus, pollinaza y tierra de cacao

Los sustratos orgánicos representan una solución sostenible en la agricultura actual debido a los múltiples beneficios que ofrecen tanto al suelo como a las plantas. Entre los sustratos más utilizados se encuentran la bobinaza (estiércol bovino), el humus de lombriz, la pollinaza (estiércol avícola) y la tierra de cacao (Barbaro et al., 2019).

Estos materiales no solo suministran nutrientes esenciales para los cultivos, sino que también mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Ansorena, 2014). Esto se traduce en una agricultura más eficiente, sostenible y respetuosa con el medio ambiente, promoviendo prácticas agrícolas que favorecen la salud del suelo y la productividad a largo plazo (Delgado et al., 2019).

Un sustrato es un material sólido y poroso, distinto del suelo natural, que se coloca dentro de un recipiente para servir como soporte a las raíces de las plantas (Ocampo y Wyckhuys, 2012). Este material permite la circulación adecuada de agua y gases, lo que facilita el desarrollo radicular elección (Valenzuela y Nicolau, 2003). Para que el sustrato cumpla eficazmente con estas funciones, es fundamental emplear materiales apropiados en su composición (Anicua Sánchez et al., 2009).

La elección de los materiales debe fundamentarse en propiedades físicas y químicas específicas, dependiendo del sistema de cultivo (Cruz-Crespo et al., 2012). Aspectos como el tipo de producción (a cielo abierto o en invernadero), la altura, el volumen y la forma del recipiente, el método de riego, y las características del agua utilizada son factores clave para tomar esta decisión (Valenzuela y Nicolau, 2003). Además, es importante considerar las necesidades particulares de la especie cultivada, la estación del año, y la duración del ciclo de cultivo o la fase que la planta atravesará en el sustrato (Ocampo y Wyckhuys, 2012).

1.10.1 Tierra de Cacao

La tierra de cacao, derivada del procesamiento de la siembra del cacao, es un subproducto rico en materia orgánica y micronutrientes, lo que la hace ideal para su uso como sustrato en la agricultura (Henderson, 2017). Su incorporación en suelos agrícolas ayuda a incrementar la capacidad de retención de agua y mejora la aireación del suelo, favoreciendo el desarrollo de raíces saludables (Salazar-Díaz, 2011). Además, investigaciones han demostrado que la tierra de cacao contiene compuestos fenólicos con efectos antifúngicos, lo que la convierte en un aliado valioso para el control de plagas y enfermedades del suelo (Henderson, 2017).

1.10.2 Pollinaza (Estiércol Avícola)

La pollinaza, producto del estiércol de aves de corral, se destaca por ser uno de los sustratos orgánicos con mayor contenido de nitrógeno (Andrade-Rodríguez et al., 2008). Gracias a su rápida mineralización, los nutrientes que aporta se liberan de manera inmediata, favoreciendo un crecimiento vegetal más rápido (Rincones et al., 2023).

No obstante, su aplicación debe ser controlada cuidadosamente, ya que un uso excesivo puede provocar la acumulación de sales y nitratos en el suelo, afectando su calidad (López-Baltazar et al., 2013). Diversos estudios han demostrado que la pollinaza mejora la estructura del suelo y su capacidad para retener agua, lo que la convierte en una alternativa eficaz para optimizar suelos destinados a la agricultura (Franco y Guillén, 2019).

1.10.3 Humus de lombriz

Ampliamente considerado como uno de los abonos orgánicos más eficientes, es una fuente rica en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, los cuales son fundamentales para el crecimiento vegetal (Abreu Cruz et al., 2018). Este fertilizante orgánico ofrece una nutrición equilibrada y mejora significativamente la capacidad de las raíces para absorber y aprovechar los nutrientes, lo que lo diferencia notablemente de otros tipos de abonos (Compagnoni y Putzolu, 2018). A continuación, se destacan las principales ventajas del humus de lombriz frente a otros fertilizantes orgánicos:

A. Alta Concentración Nutricional: Una tonelada de humus de lombriz tiene un valor nutritivo equivalente al de diez toneladas de estiércol, lo que lo convierte en una opción altamente eficiente (Compagnoni y Putzolu, 2018).

B. Retención de Nitrógeno: A diferencia de otros fertilizantes orgánicos, el humus de lombriz no pierde nitrógeno durante su descomposición, asegurando su disponibilidad para las plantas

(Beltran, 2022).

C. Fósforo de Fácil Asimilación: El fósforo presente en el humus de lombriz se encuentra en formas fácilmente absorbibles por las plantas, lo que mejora la eficiencia del uso de este nutriente en comparación con el estiércol (Abreu Cruz et al., 2018).

D. Rica Presencia de Microorganismos y Enzimas: Este abono contiene una elevada concentración de microorganismos y enzimas que aceleran la descomposición de la materia orgánica, con una carga bacteriana que puede alcanzar hasta un billón de microorganismos por gramo (Barbaro et al., 2019).

E. Hormonas y Auxinas Naturales: El humus de lombriz aporta auxinas y otras hormonas vegetales que promueven un crecimiento saludable y vigoroso de las plantas (Abreu Cruz et al., 2018).

F. Versatilidad en la Materia Prima: Puede ser producido a partir de una gran variedad de residuos orgánicos, incluyendo desechos agrícolas, residuos alimentarios y la fracción orgánica de los desechos domésticos, lo que lo convierte en un abono adaptable y sostenible (Abreu Cruz et al., 2018).

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE

Investigaciones realizadas por Navarro et al. (2022), donde tuvieron como objetivo evaluar distintos materiales orgánicos empleados en la elaboración de sustratos y su influencia en el crecimiento de *Phaseolus vulgaris* L. El experimento se llevó a cabo durante 67 días en los invernaderos. Se utilizaron sustratos basados en aserrín, virutas de madera y una mezcla de

compost en modalidades organológicas. Estos sustratos fueron comparados con un control y con un tratamiento en el que se evaluó el cultivo de habichuela en sistema hidropónico. Se midió la producción de habichuelas por planta y el rendimiento total por tratamiento. Los resultados mostraron que el tratamiento organopónico 2 (T3), compuesto por 25% de compost y 75% de aserrín y virutas, produjo los mejores resultados, destacándose por su rendimiento y bajo costo de implementación. En conclusión, el uso de sustratos orgánicos como el aserrín y las virutas, en combinación con compost, ofrece un medio de crecimiento adecuado para la habichuela, alcanzando rendimientos comparables a los obtenidos en sistemas hidropónicos (Navarro et al., 2022).

Este estudio evalúa la influencia de diferentes sustratos aplicados en la línea de siembra sobre la emergencia y el establecimiento del cultivo de haba pallar. Para ello, se establecieron cuatro parcelas experimentales en la provincia de León, dos en la comarca de El Páramo y dos en el Valle del Duerna. Se compararon tres métodos de siembra: el tradicional sin sustrato, con adición de serrín y con vermiculita. Los resultados mostraron que la adición de serrín y vermiculita en la línea de siembra aceleró la germinación, incrementó la tasa de emergencia y mejoró el establecimiento de las plantas. Además, estos sustratos ayudaron a moderar los daños causados por la mosca de los sembrados y los hongos del suelo, y redujeron la cantidad de plantas dañadas debido a la formación de costra superficial (Valenciano y Casquero, 2007).

El estudio se realizó en el laboratorio Agropecuario III de la Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" entre noviembre de 2015 y enero de 2016, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes sustratos y tiempos de inmersión en el potencial germinativo de semillas de frijol común variedad Bat-304. Se probaron cuatro sustratos (papel de filtro, arena sílice, arena de río y humus de lombriz) y tiempos de inmersión de 30, 60, 120 y 180 minutos, además de un control sin inmersión. Los experimentos, dispuestos en un diseño completamente aleatorizado con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, evaluaron variables como potencia germinativa, tiempo y velocidad de germinación, vigor y masa y longitud del hipocótilo. Los resultados indicaron que los sustratos de arena de río y humus de lombriz, combinados con tiempos de inmersión de 60, 120 y 180 minutos, promovieron un potencial germinativo superior al 94%, con alta uniformidad y mejor desarrollo del hipocótilo (Marquez-Romeu, 2016).

El compostaje es una tecnología ecológica que permite la reutilización y transformación de materiales orgánicos para su aplicación en suelos agrícolas. La calidad de un abono orgánico se evalúa por su contenido nutricional y capacidad de aportar nutrientes a los cultivos. En un estudio realizado con compost de material orgánico mixto (pulpa de café, residuos de banano, gallinaza y bovinaza) procedente de fincas cafeteras en Cundinamarca, se analizaron y

compararon indicadores químicos y biológicos. Además, se realizó un bioensayo con maíz (*Zea mays* L.) y fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.), especies con alto potencial alimenticio y forrajero, para evaluar el efecto del compost en parámetros agronómicos y productividad. Se evaluaron siete tratamientos: abono químico (Q), tres mezclas de compost (Mz1, Mz2, Mz3), un testigo sin fertilización (SF) y un abono orgánico comercial (AOC), analizando parámetros químicos como materia orgánica y macro y micronutrientes. En el ensayo con maíz, los tratamientos Q y Mz1 obtuvieron los mejores resultados durante la etapa vegetativa, mientras que Mz3 destacó en la floración. En fríjol, los tratamientos Q y Mz1 fueron superiores en la fase vegetativa, y Mz2 mostró mejor rendimiento en las etapas de floración y producción. En conclusión, los abonos orgánicos demostraron ser una alternativa viable y sostenible bajo condiciones de campo (Escobar et al., 2013).

El vermicompost ha demostrado mejorar el rendimiento de cultivos, pero su efecto bajo condiciones de estrés hídrico es poco conocido. Este estudio evaluó el impacto combinado del vermicompost y el déficit de humedad en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), con la hipótesis de que el vermicompost mitiga el efecto del estrés hídrico. En un experimento en invernadero, se cultivaron dos variedades de frijol (sensible y tolerante a la sequía) en suelo con 1.5% y 3% de vermicompost, comparando riego completo y su suspensión tras la floración. El tratamiento con 3% de vermicompost incrementó la producción de inflorescencias, vainas y semillas en ambos cultivares. Aunque la suspensión de riego redujo el rendimiento, el vermicompost mitigó sus efectos negativos, aumentando hasta un 50% el rendimiento de semillas en la variedad tolerante. El estudio confirma que el vermicompost mejora el sistema suelo-planta y reduce el impacto del déficit de humedad, incrementando significativamente el rendimiento del frijol (Aguilar-Benítez et al., 2012).

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la unidad experimental

El experimento se desarrolló en la provincia de Manabí, cantón El Carmen, en la Vía Sumita Pita. Las coordenadas geográficas del sitio experimental son 0°14'56.0"S de latitud y

79°26'51.0"W de longitud.

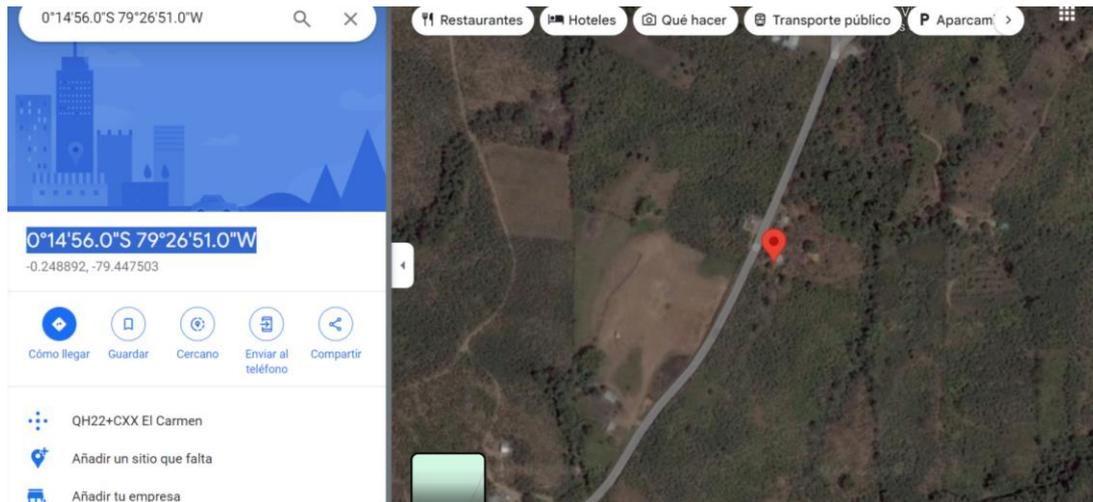


Figura 6. Ubicación y coordenadas de la zona del experimento

Nota. Tomado de Google Maps (2024).

3.2 Caracterización agroecológica de la zona

Tabla 6. Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Nota. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

3.3 Metodología

3.3.1. Método Teórico

3.3.1.1. Enfoque analítico-sintético

Este estudio utilizó el enfoque analítico-sintético, que facilitó la recopilación, análisis y síntesis de información relevante proveniente de investigaciones y estudios previos (Corona-Lisboa, 2016). Este enfoque permitió integrar los datos existentes en una base científica sólida, proporcionando una comprensión detallada del tema y estableciendo un marco teórico robusto para el desarrollo de la investigación realizada (Sarguera et al., 2024).

3.3.1.2 Enfoque Inductivo-deductivo

La investigación combinó enfoques inductivos y deductivos, permitiendo avanzar a partir

del conocimiento existente y nuevas observaciones (Babbie, 1988). Este enfoque facilitó la formulación de hipótesis, que, al ser contrastadas con los datos obtenidos, generaron conclusiones precisas y específicas, fundamentadas en la investigación realizada (Hidalgo, 2005).

3.3.1.3 Método Empírico

a. Recolección de Datos

Se llevó a cabo la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos, los cuales resultaron esenciales para evaluar las variables dependientes del estudio (Losa et al., 2015). Estos datos proporcionaron información clave para la ejecución de los análisis estadísticos y para la validación de las hipótesis planteadas, contribuyendo significativamente al cumplimiento de los objetivos de la investigación (Hidalgo, 2005).

b. Experimentación

La fase experimental se desarrolló siguiendo estrictamente los procedimientos establecidos en el plan de campo, que incluyó el cultivo y manejo del haba pallar (*Phaseolus lunatus*), así como la aplicación precisa de sustratos orgánicos y nutrientes de acuerdo con el diseño experimental (Vargas et al., 2015). Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con sus respectivas repeticiones para garantizar la rigurosidad estadística (Babbie, 1988).

3.4 Variables

3.3.2. Variables independientes

- Sustratos (Humus, tierra de cacao, bovinaza y pollinaza)

3.5 Variables dependientes

- Altura de planta
- Número de hojas
- Días a floración
- Número de vainas planta⁻¹
- Número de semillas vaina⁻¹
- Rendimiento ha⁻¹

3.5.1. Unidad Experimental

El material vegetal utilizado en el experimento fue la semilla de haba (*Vicia faba*) de la variedad INIAP 490. El cultivo se estableció en campo abierto, utilizando un distanciamiento de 1 metro entre hileras y 0,80 metros entre plantas. Las labores culturales incluyeron desmalezado, realizado aproximadamente cada 22 días, y el control de plagas y enfermedades, de acuerdo con su incidencia en el cultivo.

3.6 Tratamientos

Tabla 7. Disposiciones de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción	Composición en peso
T1	Tierra de cacao	Tierra de cacao 90% y 10 % de cascarilla de arroz
T2	Bovinaza	Bovinaza 90 % y 10 % de cascarilla de arroz
T3	Pollinaza	Pollinaza 90% y 10% de cascarilla de arroz
T4	Humus	Humus 90% y 10% de cascarilla de arroz

3.7 Características de las Unidades Experimentales

Tabla 8. Características de la unidad experimental

Características de las unidades experimentales	
Superficie del ensayo	92 m ²
Numero de parcelas	16
Plantas por parcela	5 plantas
Plantas a evaluar	80 plantas
Repeticiones	4
Población del ensayo	80 plantas

3.8 Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables en estudio se sometieron a un análisis de varianza (ADEVA) para determinar la significancia estadística, y las medias de los tratamientos se compararon utilizando la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Los datos recolectados en campo fueron tabulados en Excel 2019, y el análisis estadístico se realizó mediante el software Infostat versión estudiantil 2021.

a. Experimentación

La experimentación siguió los procedimientos definidos, que incluyeron la siembra del haba

pallar (*Vicia faba*) en diferentes tipos de sustratos: humus, compost y pollinaza (Di Rienzo et al., 2011).

Tabla 9. Esquema de ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Bloques	3
Biofertilizantes	3
Error	9

3.9 Instrumentos de medición

Materiales y equipos de campo

- | | |
|---------------------------|-------------|
| ❖ Machete | ❖ Piolas |
| ❖ Bomba manual de fumigar | ❖ Alambres |
| ❖ Fundas | ❖ Sustratos |

Materiales de oficina y muestreo

- | | |
|-----------------------|---------|
| • Laptop | • Lápiz |
| • Hojas de papel bond | |

3.10 Manejo del ensayo

El terreno experimental fue medido y delimitado con precisión para establecer las parcelas destinadas al cultivo de haba pallar (*Vicia faba*). Inicialmente, se realizó una limpieza exhaustiva del área, eliminando residuos y malezas, y se niveló la superficie utilizando maquinaria agrícola. Posteriormente, se desinfectó el suelo y se dejó reposar durante siete días para asegurar condiciones óptimas antes de la preparación de sustratos y la siembra.

La siembra del cultivo se efectuó el 31 de agosto, tras la preparación del área, siguiendo un diseño experimental adecuado. El proceso de crecimiento se monitoreó detalladamente durante las diferentes etapas fenológicas:

- 7 de septiembre: Emergencia de cotiledones con raíces.
- 12 de octubre: Inicio de la ramificación.
- 2 de noviembre: Floración de las plantas.
- 23 de noviembre: Desarrollo de vainas con aproximadamente un centímetro de longitud.

El ensayo contó con un manejo adecuado del riego, aplicando agua una vez al día a las 6:00 p.m. Para optimizar el desarrollo del cultivo, se implementaron las siguientes prácticas

agronómicas:

- Aplicación de enraizadoras de lenteja cada tres días.
- Aplicación de biosupermagro a razón de 2 litros por litro de agua, incrementando 1 litro de biol por semana.
- Pulverización de caldo mineral cada 15 días en una proporción de 5 litros por litro de agua.
- Aplicación de vinagre para contrarrestar el ataque del pulgón.

La preparación de los sustratos experimentales incluyó combinaciones de 90% humus, bovinaza, pollinaza o tierra de cacao con 10% cascarilla de arroz, seleccionados para proporcionar un medio propicio para el desarrollo del cultivo. Como control, se utilizó un sustrato compuesto por 100% tierra de cacao pura.

- Altura de la planta: La altura de las plantas se midió cada 15 días después de la siembra, hasta los 135 días, cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica.
- Número de hojas: El conteo de hojas se realizó semanalmente, registrando el número de hojas presentes en cada planta.
- Días a floración: El registro de la floración comenzó cuando las plantas mostraron 10 flores en antesis.
- Número de vainas por planta: El conteo de vainas se realizó manualmente después de la cosecha en verde. Se contabilizaron las vainas obtenidas por planta en una muestra de 10 plantas por tratamiento.
- Biomasa de una vaina por planta: Se seleccionó una vaina por planta para determinar su biomasa, evaluando un total de 10 plantas por tratamiento, utilizando una balanza de precisión.
- Biomasa de vainas sin semillas: Tras retirar las semillas de las vainas seleccionadas, se midió la biomasa de las vainas vacías en una muestra de 10 plantas, utilizando una balanza de precisión.
- Número de semillas por vaina: Se contabilizó el número de semillas por vaina.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio titulado evaluar el efecto de sustratos orgánicos sobre la producción del haba (*Vicia faba*), se evaluaron variables agronómicas y productivas del cultivo bajo diferentes tratamientos.

4.1 Variables altura de la planta

A partir de los 75 días, se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0,0023$), destacando el tratamiento de bovinaza con la mayor altura de 76,56 cm y pollinaza con la más baja de 41,05 cm. A los 90 días, las diferencias se mantuvieron ($p = 0,0121$), alcanzando con humos altura con 95,50 cm, mientras que pollinaza presentó la más baja con 89,30 cm.

Finalmente, a los 105 días, las diferencias fueron significativas ($p = 0,0034$), donde bovinaza registró la mayor altura con 138,21 cm, y tierra de cacao el menor valor con 120,90 cm. Los coeficientes de variación (CV) disminuyeron conforme avanzó el experimento, pasando de 38,12% a los 30 días a 24,89% a los 105 días.

Tabla 10. *Altura de la planta (cm) 30 días después de la siembra*

Tratamientos	Altura (cm)					
	Días					
	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días
Pollinaza	23,75 a	38,25 a	41,05 a	70,15 b	93,75 ab	122,00 b
Humus	25,50 a	37,25 a	53,95 a	73,34 ab	95,50 a	135,41 ab
Bovinaza	25,89 a	39,50 a	56,95 a	76,56 a	92,75 ab	138,21 a
Tierra de cacao	18,75 a	36,00 a	46,30 a	72,30 ab	89,30 b	120,90 c
Valor p	0,4715	0,933	0,3769	0,0023	0,0121	0,0034
CV (%)	38,12	14,78	14,15	35,09	34,9	24,89

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En términos generales, los resultados indican que la bovinaza y la tierra de cacao fueron los tratamientos más efectivos en la promoción del crecimiento en altura de *Vicia faba*, aunque su efecto varió según la etapa fenológica de la planta.

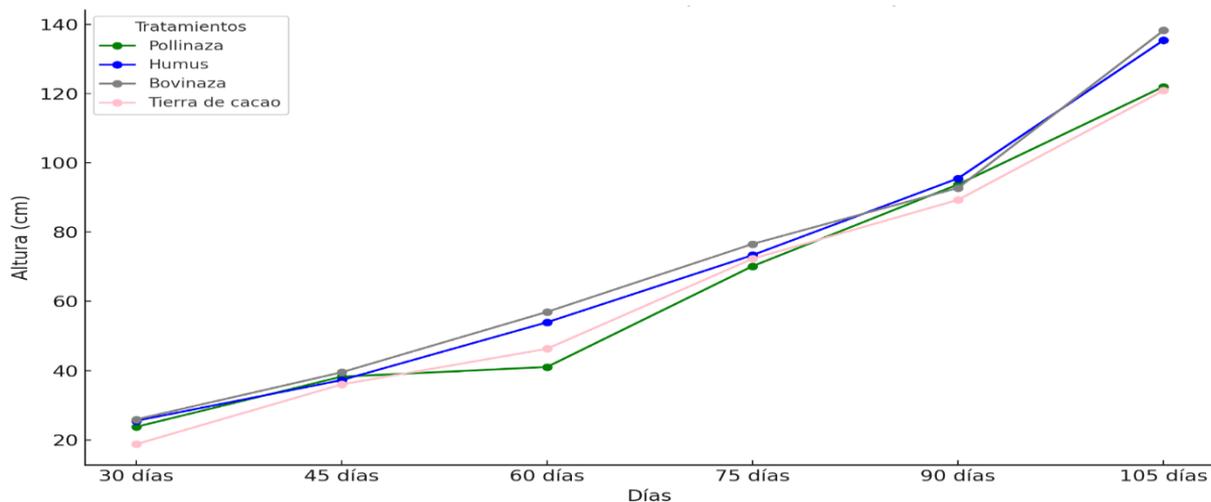


Figura 7. Efecto de los biofertilizantes sobre la variación de la altura de planta en durante diferentes etapas fenológicas

Intriago (2022), informó que la altura media de las plantas se situó entre 40 y 45 cm a los 45 días y alcanzó 199,67 cm a los 110 días en los tratamientos evaluados. Estos valores resultan superiores a los obtenidos en el presente estudio, lo cual podría atribuirse a diferencias en las condiciones agroecológicas, el manejo agronómico o la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

4.2 Número de hojas

A los 90 días, las diferencias estadísticas fueron significativas ($p = 0,0121$). El tratamiento con Bovinaza registró el mayor número de hojas con 135,55, mientras que la Tierra de cacao mostró la menor media con 99,75. A los 105 días, se observaron diferencias significativas ($p = 0,0034$). La Tierra de cacao presentó el mayor número de hojas con 129,35, mientras que Bovinaza registró el menor valor con 129,35.

Tabla 11. Efecto de los biofertilizantes en el número de hojas del haba (*Vicia faba*) en diferentes días de evaluación

Tratamientos	Número de hojas					
	Días					
	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días
Pollinaza	23,75 a	54,23 a	70,50 a	84,56 a	119,2 ab	130,24 ab
Humus	21,50 a	51,15 a	64,25 a	86,67 a	113,60 b	133,12 ab
Bovinaza	23,95 a	53,25 a	73,25 a	88,62 a	120,34 a	135,55 a
Tierra de cacao	18,15 a	51,39 a	71,39 a	88,15 a	99,75 c	129,35 b
Valor p	0,4715	0,933	0,3769	0,6023	0,0121	0,0034
CV (%)	28,22	18,45	44,12	25,23	14,89	34,39

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Mercado y Quispe (2019), evaluaron alternativas de nutrición en frijol común (*Phaseolus vulgaris*, variedad Velasco Largo), mediante la aplicación de fertilizantes químicos en dosis

reducidas, humus de lombriz sólido y líquido, y el biofertilizante Ecomic. Estos autores reportaron efectos directos sobre la altura de planta, nodulación y rendimiento, sugiriendo que la combinación de fertilizantes químicos, orgánicos y biofertilizantes incrementa el rendimiento del frijol de manera sostenible.

Moran (2020), reportó que el número de hojas a los 86 días alcanzó un valor de 110 con la aplicación de fertilización orgánica a base de humus, resultados que coinciden con los obtenidos en el presente estudio, donde el tratamiento con humus también mostró un desarrollo foliar similar.

4.3 Número de vainas y flores del haba (*Vicia faba*)

Se identificaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p = 0,0001$). El mayor número de flores se obtuvo con Bovinaza (12,65), mientras que el tratamiento con Humus presentó la menor media con 8,76. Las diferencias estadísticas también resultaron significativas entre los tratamientos ($p = 0,0031$). El mayor número de vainas se registró en el tratamiento con Bovinaza (11,8), mientras que el Humus mostró la menor media con 6,09.

Tabla 12. Efecto de los biofertilizantes en el número de flores y número de frutos *hojas del haba (Vicia faba) en diferentes días de evaluación*

Tratamientos	Número de Flores	Número de vainas
Pollinaza	10,12 ab	9,65 ab
Humus	8,76 b	6,09 c
Bovinaza	12,65 a	11,8 a
Tierra de cacao	9,08 b	7,9 b
Valor p	0,0001	0,0031
CV (%)	34,91	21,89

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los tratamientos con Bovinaza presentaron los valores más altos tanto en número de flores (12,65) como en número de vainas (11,8). Esto sugiere una posible relación directa entre un mayor número de flores y el número de vainas formadas, reflejando la efectividad del tratamiento con Bovinaza en el desarrollo reproductivo de *Vicia faba*.

Por otro lado, el tratamiento con Humus mostró los valores más bajos en ambas variables (8,76 flores y 6,09 vainas), indicando una menor respuesta en la producción floral y en la formación de vainas.

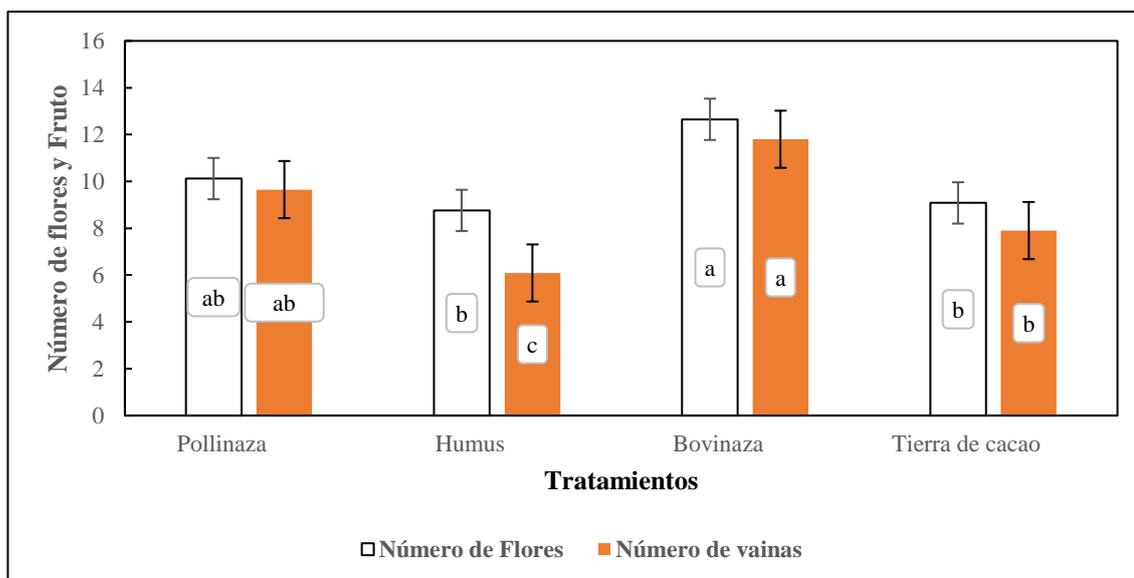


Figura 8. Efecto de los tratamientos sobre el número de flores y vainas del haba

Flores-Collantes y Sifuentes-Menacho (2014), reportó un promedio de 23 vainas por planta, resultado superior al obtenido en la presente investigación. Esta diferencia evidencia que los factores ambientales desempeñan un papel fundamental en el rendimiento del cultivo, incluso bajo condiciones de fertilización orgánica.

4.4 Número de semillas y Rendimiento kg ha^{-1} de *Vicia faba*

Se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p = 0,0001$). El tratamiento con Bovinaza presentó la mayor cantidad de semillas con 6,1, mientras que la Tierra de cacao mostró el valor más bajo con 4,1.

Las diferencias también resultaron significativas ($p = 0,0001$). El tratamiento con Bovinaza alcanzó el mayor rendimiento con $2,700 \text{ kg ha}^{-1}$ (2.7 toneladas por hectárea), seguido por Pollinaza con $2,500 \text{ kg ha}^{-1}$. Por otro lado, el tratamiento con Tierra de cacao registró el menor rendimiento con $2,000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

En el presente estudio, el tratamiento con Bovinaza alcanzó un rendimiento máximo de $2,700 \text{ kg ha}^{-1}$, valor cercano a lo reportado con fertilización química en estudios previos, donde se obtuvieron $2,800 \text{ kg ha}^{-1}$. Estos resultados evidencian que la fertilización orgánica puede constituir una alternativa viable a la fertilización química, al lograr rendimientos similares y contribuir a la sostenibilidad del sistema productivo.

Por otro lado, en condiciones sin fertilización, los rendimientos se reducen significativamente a $1,500 \text{ kg ha}^{-1}$, lo que demuestra la dependencia del cultivo respecto a la disponibilidad de nutrientes, ya sea mediante fertilización orgánica o química (Rodríguez et al.,

2023).

Intriago (2022) registró un rendimiento de 2,000 kg·ha⁻¹ utilizando fertilización orgánica, resultado que coincide con los valores obtenidos en el presente estudio para los tratamientos de Pollinaza (2,500 kg ha⁻¹) y Tierra de cacao (2,000 kg ha⁻¹). Estas cifras demuestran que el uso de abonos orgánicos puede incrementar significativamente los rendimientos en comparación con condiciones sin fertilización, aunque su eficacia varía en función del tipo de biofertilizante empleado.

Tabla 13. Efecto de los tratamientos orgánicos sobre el número de semillas y rendimiento en kg·ha⁻¹ en *haba*

Tratamientos	Número de semillas	Kg ha ⁻¹
Pollinaza	5,8 b	2500 b
Humus	4,9 c	2100 c
Bovinaza	6,1 a	2700 a
Tierra de cacao	4,1 c	2000 c
Valor p	0,0001	0,0001
CV (%)	31,19	13,89

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES

La aplicación de diferentes sustratos orgánicos influyó significativamente en las variables de crecimiento del cultivo de haba (*Vicia faba*), siendo el tratamiento con Bovinaza el que presentó los mejores resultados en términos de número de hojas, diámetro del tallo y altura de planta. En contraste, el Humus y la Tierra de cacao mostraron un desarrollo vegetativo más limitado.

Se concluye que el uso de sustratos orgánicos, como la bovinaza, tuvo un impacto significativo en el rendimiento del cultivo, alcanzando una producción de $2,500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Este resultado resalta la importancia de integrar prácticas sostenibles y resilientes en la agricultura, promoviendo un manejo más eficiente de los recursos naturales

CAPITULO VI

6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de Bovinaza y Pollinaza como alternativas sostenibles a la fertilización química, debido a su efectividad en la mejora de las variables de crecimiento (número de hojas, diámetro del tallo y altura de planta) y su capacidad para alcanzar rendimientos cercanos a los obtenidos con fertilización convencional.
- Es necesario evaluar el impacto de los sustratos orgánicos en la fertilidad del suelo y en la productividad del cultivo en ciclos sucesivos, con el fin de garantizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y optimizar las dosis de aplicación de los biofertilizantes.
- Se recomienda explorar la combinación de fertilizantes orgánicos y químicos para maximizar el rendimiento del cultivo, asegurando un equilibrio nutricional adecuado y promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, S., Araya Villalobos, R., Chaves, C. A., & Rivera, J. C. (1988). *Efecto del déficit hídrico en varias etapas de desarrollo del frijol común (Phaseolus vulgaris L. cv. Huetar)*.
- Abreu Cruz, E., Araujo Camacho, E., Rodríguez Jimenez, S. L., Valdivia Ávila, A. L., Fuentes Alfonso, L., & Pérez Hernández, Y. (2018). Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*. *Centro Agrícola*, 45(1), 52-61.
- Admassu Shimelis, E., & Kumar Rakshit, S. (2005). Antinutritional factors and in vitro protein digestibility of improved haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Ethiopia. *International journal of food sciences and nutrition*, 56(6), 377-387.
- Aguilar-Benítez, G., Peña-Valdivia, C. B., García-Nava, J. R., Ramírez-Vallejo, P., Benedicto-Valdés, S. G., & Molina-Galán, J. D. (2012). Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. *Agrociencia*, 46(1), 37-50.
- Alarcón, M. (2016). *Priorización de variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris) a través del análisis Weitzman, como sistema de modelaje para la conservación in situ de la Agrobiodiversidad en Guatemala*. [Tesis de Grado]. Universidad del Valle de Guatemala.
- Andrade-Rodríguez, M., Ayala-Hernández, J. J., Alia-Tejacal, I., Rodríguez-Mendoza, H., Acosta-Durán, C. M., & López-Martínez, V. (2008). Efecto de promotores de la germinación y sustratos en el desarrollo de plántulas de papayo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(4), 617-635.
- Andueza-Noh, R., Serrano-Serrano, M. L., Chacón Sánchez, M. I., Sánchez del Pino, I., Camacho-Pérez, L., Coello-Coello, J., Mijangos Cortes, J., Debouck, D. G., & Martínez-Castillo, J. (2013). Multiple domestications of the Mesoamerican gene pool

- of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.): Evidence from chloroplast DNA sequences. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 1069-1086.
- Ansorena, J. (2014). *Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos*. 1(2).
- Aslani, M., & Sourì, M. K. (2018). Growth and quality of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under foliar application of organic-chelate fertilizers. *Open Agriculture*, 3(1), 146-154.
- Babbie, E. (1988). Métodos de investigación por encuesta. En *Métodos de investigación por encuesta* (pp. 439-439).
- Barbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., & Riera, N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(2), 126-136.
- Baudoin, J.-P. (2007). *Estrategias de conservación in situ de los recursos genéticos a fin de aprovechar la diversidad genética de los centros de origen; un caso de estudio: Las leguminosas del género Phaseolus*. Memoria del Seminario sobre Frutales Amazónicos y Biocomercio.
- Beltran, A. (2022). *Efecto de la aplicación de humus de lombriz en dos variedades de lechuga (Lactuca sativa L.)* [Grado]. Universidad Agraria Del Ecuador.
- Bracho, B., Arnaude, O., & Lozada, B. (2010). Fenología de cultivares locales de frijol y arveja del municipio Rafael Urdaneta, estado Táchira, Venezuela, basada en grados día. *Agronomía Tropical*, 60(2), 171-175.
- Cambiagro. (2023, octubre 11). *¿Cómo Las Leguminosas Aportan Nitrógeno Al Suelo?*
<https://blog.cambiagro.com/2023/10/11/como-las-leguminosas-aportan-nitrogeno-al-suelo/>
- Compagnoni, L., & Putzolu, G. (2018). *Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus*. Parkstone International.
- Corona-Lisboa, J. (2016). Apuntes sobre métodos de investigación. *MediSur*, 14(1), 81-83.

- Coronel, G. D., Mora, F. D. S., Ramos, L. T. L., & Montúfar, G. H. V. (2009). Empleo de zeolitas naturales en la fertilización y producción del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Quevedo. *Revista Ciencia y Tecnología*, 2(1), 1-6.
- Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, A., Sandoval-Villa, M., Bugarín-Montoya, R., Robles-Bermúdez, A., & Juárez-López, P. (2012). Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.15741/revbio.02.02.03>
- Cueva, V. D. C. (2017). Guía para el cultivo urbano del pallar Moche, *Phaseolus lunatus*. *Pueblo Continente*, 28(2), 393-417.
- Delgado, M., Mendoza, K., González, M., Tadeo, J., & Martín, J. (2019). *Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos*. 34(4), 965-977.
- Escobar-Escobar, N., Mora Delgado, J., & Romero Jola, N. (2013). respuesta agronómica de *Zea mays* L. y *Phaseolus vulgaris* L. A la fertilización con compost. *Luna Azul*, 37, 18-29.
- Flores-Collantes, J. J., & Sifuentes-Menacho, E. A. (2014). Hidrolizados de vainas de Vicia faba (Haba) *Pisum sativum* (Arveja) y *Phaseolus lunatus* (Pallar) como sustratos viables para el *Lactobacillus acidophilus*. 2007, 2(1), 1-9.
- Franco, A. Á., & Guillén, P. I. V. (2019). Compostaje aerobico de estiércol bovino y Pollinaza con adiciones de zeolitas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 12(35).
- Gibson, K., Palkovic, A., Bick, E., Zullo, S., Dohle, S., & Gepts, P. (2022). Genotyping and Phenotyping Studies in Support of a Lima Bean Breeding Program. *Siembra*, 9(3).
- Google Maps. (2024). *Ubicación geografica del ensayo* [Ubicación geográfica del ensayo]. <https://www.google.com/maps/@-0.2643624,-79.4325654,6978m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>
- Guo, L., Ma, Y., Shi, J., & Xue, S. (2009). The purification and characterisation of polyphenol

- oxidase from green bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 117(1), 143-151.
- Henderson, T. P. (2017). La reestructuración de los sectores del café y el cacao en México y Ecuador. Control agroempresarial de la tierra y trabajo campesino. *LiminaR*, 15(1), 128-141.
- Hernández-López, V. M., Vargas-Vázquez, M. L. P., Muruaga-Martínez, J. S., Hernández-Delgado, S., & Mayek-Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista fitotecnia mexicana*, 36(2), 95-104.
- Hidalgo, I. V. (2005). Tipos de estudio y métodos de investigación. *Recuperado el Noviembre de*, 20(1).
- Intriago, A. (2022). *Evaluación de las deficiencias nutricionales en el cultivo de haba (phaseolus lunatus l.) en el sector El Carmen*. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5176>
- López-Alcocer, J. de J., Lépiz-Ildefonso, R., González-Eguiarte, D. R., Rodríguez-Macías, R., & López-Alcocer, E. (2016). Morphological variability of wild *Phaseolus lunatus* L. from the western region of México. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(1), 49-58.
- López-Baltazar, J., Méndez-Matías, A., Pliego-Marín, L., Aragón-Robles, E., & Robles-Martínez, M. L. (2013). Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile «onza» (*Capsicum annuum*) en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(SPE6), 1139-1150.
- Losa, N. F., Menorca, C. G., & Cabestre, F. J. R. (2015). El trabajo de campo experimental como método de aprendizaje práctico. *Contextos educativos: Revista de educación*, 18, 143-161.
- Marquez-Romeu, E. (2016). *Utilización de diferentes sustratos y tiempos de inmersión en el incremento de la germinación de semillas de frijol (phaseolus vulgaris l.)* [Thesis, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez]. <http://dspace.uniss.edu.cu:8080/handle/123456789/956>

- Martínez-Castillo, J., & Peralta, I. (2023). *El fréjol torta o pallar Phaseolus lunatus L. en Ecuador* (INIAP, CONAHCYT-CICY, Vol. 1). RED LUNATUS.
- Mejillón, M., & Fernando, R. (2023). *Evaluación del ciclo productivo de Phaseolus vulgaris L., inoculado con biofertilizantes* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9747/1/UPSE-TIA-2023-0012.pdf>
- Mercado, C. O., & Quispe, J. J. (2019). *Efecto De La Densidad De Siembra, En El Rendimiento Y Otras Características En Dos Líneas Promisorias De Pallar (Phaseolus Lunatus L.) Precoz, En Arrabales–Ica* [Uniersidad Nacional San Luis Gonzaga]. <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f3fba988-9b4c-4b88-ab88-bf6fc655d08d/content>
- Miranda-Villa, P. P., Marrugo-Ligardo, Y. A., & Montero-Castillo, P. M. (2013). Caracterización funcional del almidón de frijol zaragoza (Phaseolus lunatus L.) y cuantificación de su almidón resistente: Functional characterization of bean zaragoza starch (Phaseolus lunatus L.) and quantification of the resistant starch. *TecnoLógicas*, 30, 17-32.
- Moghaddam, F. R., & Aminpanah, H. (2015). Green bean (Phaseolus vulgaris L.) growth and yield as affected by chemical phosphorus fertilizer and phosphate bio-fertilizer. *Idesia*, 33(2), 77-85.
- Moran, P. (2020). *Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de pallar baby (Phaseolus lunatus L.), en el caserío Punto Nueve-Lambayeque* [Tesis de grado, UNiversidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52186/Mora_SP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Navarro, C., Urriola, L., Rubatino, L., Barba, A., Vasquez, J., & Barahona, L. A. (2022). influencia de sustratos orgánicos, sobre variables de crecimiento de *phaseolus vulgaris*

- L. *Revista Científica Semilla del Este*, 3(1), 103-113.
- Nieto-Cabrera, C. (2022). Panorama actual y perspectivas del cultivo de frejol Lima en Ecuador. *Siembra*, 9.
- Ocampo, J., & Wyckhuys, K. (2012). *Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia (Passiflora edulis f. edulis Sims)*. (C. Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano & R. de Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Eds.; p. 68).
- Olabode, O., Sola, O., Akanbi, W., Adesina, G., & Babajide, P. (2007). Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray for soil improvement. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(4), 503-507.
- Palomino, P. I. (2015). *Fenología e influencia térmica en pallar bebé (Phaseolus lunatus L.) y frijol Castilla (Vigna unguiculata L. Walp.) en diferentes épocas de siembra en La Molina* [Tesis de Grado]. La Molina.
- Quicaliquín, D. F. (2019). *Determinación del contenido nutricional en harinas de habichuela (Phaseolus lunatus baby lima bean), haba pallar (Phaseolus lunatus L.), maca (Lepidium meyenii) y fréjol (Phaseolus vulgaris) como fuentes de carbohidratos y minerales* [Tesis de Grado]. Universidad Técnica de Ambato.
- Quicaliquín Tacuamán, D. F. (2019). *Determinación del contenido nutricional en harinas de habichuela (Phaseolus lunatus baby lima bean), haba pallar (Phaseolus lunatus L.), maca (Lepidium meyenii) y fréjol (Phaseolus vulgaris) como fuentes de carbohidratos y minerales*.
- Rincones, P. A., Zapata, J. E., Figueroa, O. A., Parra, C., Rincones, P. A., Zapata, J. E., Figueroa, O. A., & Parra, C. (2023). Evaluación de sustratos sobre los parámetros productivos de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). *Información tecnológica*, 34(2), 11-20. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642023000200011>
- Rodríguez, E. F. R., Ramos, J. N. G., Zavaleta, E. L. M., Luján, F. B. Z., Pinedo, V. M. A., &

- Honores, A. F. (2023). *Phaseolus lunatus* L. (FABACEAE) “PALLAR” UN PEQUEÑO GIGANTE EMPLEADO EN LA ALIMENTACIÓN DESDE ÉPOCAS PRE-HISPÁNICAS. *Sagasteguiana*, 11(1), Article 1.
- Salazar-Díaz, R. (2011). *Caracterización de sistemas agroecológicos para el establecimiento comercial de cacao orgánico (Theobroma cacao) en Talamanca*.
- Sánchez, E., Ruíz, J., Lao, M., & Romero, L. (2012). Producción de biomasa y rendimiento en judía verde (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Strike en respuesta a la fertilización fosforada. *Phyton (Buenos Aires)*, 81(1), 35-39.
- Santos, L. G., Gereda, J. M., Sabogal, R. A., Santaella, M., & Wenzl, P. (2022). Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) a distinguished member of the genebank at the Alliance Bioversity and CIAT. 2022, 1(2), 1-7.
- Tello-Fonseca, A. G. (2018). *Estudio de la actividad antioxidante de aislados proteicos de harina de haba pallar (Phaseolus lunatus L.) y su digestibilidad gástrica y duodenal (in vitro)* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28380>
- Valenciano, J. B., & Casquero, P. A. (2007). *Evaluación del uso de sustratos en la línea de siembra sobre la emergencia y el establecimiento de la alubia (Phaseolus vulgaris L.)*. 41(1), 1-9.
- Valenzuela, O., & Nicolau, F. (2003). Respuesta de *Tagetes patula* a sustratos formulados con compost y perlita. *Revista Científica ...*, 7(1), 57-61.
- Vargas, M. G., Higueta, C. G., & Muñoz, D. A. J. (2015). El estado del arte: Una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- Voysest, O. (2000). *Mejoramiento genético del frijol (Phaseolus vulgaris L.): Legado de variedades de América Latina 1930-1999* (Número 321). Ciat.

8 ANEXOS

Anexo 1. Certificado de similitud Compilatio



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Jimmy Jonathan Zambrano Moreno

6%
Textos sospechosos

4% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

2% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Jimmy Jonathan Zambrano Moreno.docx
ID del documento: eb265c83b058660b557dd8bfcca6f8f0a4b1698
Tamaño del documento original: 4,72 MB
Autores: []

Depositante: Nexar Cobefia Loor
Fecha de depósito: 22/12/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 22/12/2024

Número de palabras: 7455
Número de caracteres: 48,664

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 Comportamiento agronómico del cultivo de pepino (Cucumis sativus) co... #55e617 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 20 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (89 palabras)
2	 www.cicy.mx https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/sitios/Red-LUNATUS/El-frejol-torta-o-pallar.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (59 palabras)
3	 Lucas Moreira Madeline Licenia.docx Lucas Moreira Madeline Licenia #e0856c El documento proviene de mi grupo 20 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (59 palabras)
4	 repositorio.uta.edu.ec https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30037/1/Tesis-237 Ingeniería Agronómica -C... 24 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (59 palabras)
5	 revistasojs.ucaldas.edu.co https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/unazul/article/download/1672/1589 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (49 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 www.scielo.org.mx Rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en relación con la ... https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000100004	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
2	 ruralinfo.puntanetwork.com Fertilizantes orgánicos vs. químicos: Impacto y eficie... https://ruralinfo.puntanetwork.com/productos-y-servicios-agricolas/fertilizantes-organicos-vs-qui...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
3	 dialnet.unirioja.es Fertilización orgánica y su efecto en el crecimiento y rendimient... https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=91811003	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)



Anexo 2. ADEVA de la variable altura de la planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	861,5	6	143,58	7,81	0,0037
TRATAMIENTO	50,5	3	16,83	0,92	0,4715
REPETICIÓN	811	3	270,33	14,7	0,0008
Error	165,5	9	18,39		
Total	1027	15			

Anexo 3. Establecimiento del cultivo



Anexo 4. Tutorado del haba



Anexo 5. Rotulación de los tratamientos



Anexo 6. *Toma de datos de producción y número de flores*

