



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**

INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA DE LA TESIS

**“EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y
FITOSANITARIAS DE FREJOL CUARENTÓN
(*PHASEOLUSVULGARIS L*, CON CUATRO DOSIS DE HUMUS DE
LOMBRIZ”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR:

JOSÉ EFRAÍN DUMES DUMES

DIRECTOR DE TESIS

ING. CARIL AMARILDO ARTEAGA CEDEÑO, MSC

QUEVEDO - ECUADOR

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, José Efraín DumesDumes, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

José Efraín Dumes Dumes

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. Caril Amarildo Arteaga Cedeño. MSc, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado: José Efraín Dumes Dumes, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, tesis titulada “Evaluar las características agronómicas y fitosanitarias de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.) Con cuatro dosis de humus de lombriz”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Caril Amarildo Arteaga Cedeño, MSc.
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

Unidad de Estudios a Distancia

Modalidad semipresencial

Ingeniería Agropecuaria

**Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la
obtención del título de Ingeniero Agropecuario**

Aprobado:

**Lcdo. Héctor Castillo Vera, MSc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. Javier Guevara Santana, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. María del Carmen Samaniego, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a:

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Institución digna y grande que me acogió como estudiante.

Las Autoridades de la Universidad.

Ing. Roque Vivas Moreira MSc, Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la Comunidad Universitaria.

Ing. Guadalupe Murillo de Luna MSc, Vicerrectora Administrativa de la UTEQ, por su gestión en la UED y apoyo a los estudiantes.

Eco. Roger Yela Burgos MSc, Director de la Unidad de Estudios a Distancia, por su aporte profesional y tesonero a favor de los estudiantes.

Ing. Geoback Rizzo Zamora, MSc, Coordinador de la Carrera de Agropecuaria, por el apoyo técnico y predisposición a colaborar en el desarrollo de este trabajo investigativo.

Ing. Caril Arteaga Cedeño, MSc. Por sus recomendaciones, ayuda y constante motivación para la exitosa culminación de esta investigación de tesis.

DEDICATORIA

A Dios que me brinda seguridad y guía en cada paso de mi vida.

Con profundo amor a mi familia, quienes incondicionalmente han contribuido para que culmine un sueño que al transcurrir el tiempo ha ido tomando forma, para convertirse finalmente en una realidad.

A mis queridos hermanos, que me brindan constantemente su apoyo y cariño, para que yo alcance las metas propuestas.

Efraín

ÍNDICE

	Pág
Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derechos	ii
Certificación del Director de Tesis	iii
Tribunal de Tesis	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Índice	vii
Resumen ejecutivo	xii
Abstrac	xiii
 CAPÍTULO I Marco Contextual de la Investigación	 1
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
1.3. Hipótesis	4
 CAPÍTULO II Marco Teórico	 5
2.1. Descripción Botánica del fréjol	6
2.1.1. Raíces	6
2.1.2. Tallo	6
2.1.3. Hojas	7
2.1.4. Inflorescencias	7
2.1.5. Fruto	7
2.1.6. Semilla	7
2.2. Características Agronómicas del frejol cuarentón	8
2.3. Condiciones edafoclimáticas	8

2.3.1. Clima	8
2.3.2. Suelo	9
2.4. Fertilización	9
2.5. Nitrógeno	9
2.6. Fósforo	11
2.7. Potasio	11
2.8. Zinc	12
2.9. Boro	12
2.10. Bioestimulantes de plantas	13
2.11. Fertilizantes foliares	13
2.12. Humus de lombriz	14
2.13. Resultados del empleo del humus en el cultivo de fréjol	17
CAPÍTULO III Metodología de la Investigación	20
3.1. Localización y duración del experimento	21
3.2. Condiciones meteorológicas	21
3.3. Materiales y equipos	22
3.4. Factores en estudio	23
3.5. Diseño experimental	23
3.6. Delineamiento experimental	23
3.7. Mediciones evaluadas	24
3.7.1. Altura de planta	24
3.7.2. Número de flores	24
3.7.3. Peso de las vainas	24
3.7.4. Longitud de vaina	25
3.7.5. Peso de 500 granos	25
3.7.6. Longitud del grano	25
3.8. Manejo del experimento	25
3.9. Análisis económico	27
3.9.1. Ingresos brutos	27
3.9.2. Costos Fijos	27

3.9.3. Costos variables	27
3.9.4. Costos totales	27
3.9.5. Beneficio neto	27
3.9.6. Relación Beneficio Costo	28
CAPÍTULO IV Resultados y discusiones	29
4.1. Resultados	30
4.1.1. Altura de planta (cm) a los 10, 20 y 30 días	30
4.1.2. Número de flores, peso de 100 vainas (g) y longitud de vaina (cm)	31
4.1.3. Peso de 500 granos (g), longitud de grano (mm) y rendimiento (kg ha^{-1})	32
4.1.4. Análisis económico	33
4.2. Discusiones	34
CAPÍTULO V Conclusiones y Recomendaciones	34
5.1. Conclusiones	37
5.2. Recomendaciones	37
CAPÍTULO VI Bibliografía	38
6.1. Literatura citada	39
CAPÍTULO VII Anexos	43
7.1. Anexos	44

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG
1	Condiciones meteorológicas	21
2	Materiales y Equipos	22
3	Esquema del análisis de variancia	23
4	Altura de planta (cm) a los 10, 20 y 30 días, en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.	30
5	Número de flores, peso de 100 vainas (g) y longitud de vaina (cm), en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.	31
6	Peso de 500 granos (g), longitud de grano (mm) y rendimiento (kg ha ⁻¹), en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.	32
7	Análisis económico de los tratamientos, en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.	33

INDICE DE ANEXOS

CUADRO		PAG
1	Cuadrados medios de la altura de planta (cm) a los 10, 20 y 30 días, en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (<i>Phaseolusvulgaris</i> L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.	43
2	Cuadrados medios del número de flores, peso de 100 vainas (g) y longitud de vaina (cm), en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (<i>Phaseolusvulgaris</i> L.) con cuatro dosis de humus de lombriz..	44
3	Cuadrados medios del peso de 500 granos (g), longitud de grano (mm) y rendimiento (kg ha ⁻¹), en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (<i>Phaseolusvulgaris</i> L.) con cuatro dosis de humus de lombriz..	45

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la finca “La Colmena” localizada en el km. 2,5 vía a Echeandia en el Recinto Cacheli Chico perteneciente al Cantón Ventanas, provincia de los Ríos. Cuyas coordenadas geográficas son 98° 40' 32" de longitud Este y 06° 00' 71" latitud Sur. Se planteó el objetivo general: Evaluar las características agronómicas y fitosanitarias de frejol cuarentón con cuatro dosis de humus de lombriz y los específicos: a) Determinar la dosis más adecuada de humus de lombriz para la producción del frejol cuarentón y b) Establecer la rentabilidad de los tratamientos en estudio. Sujeto a las Hipótesis: a) El tratamiento T2 Humus de lombriz 30.000 Kg/ha logrará una mejor producción del frejol y b) El tratamiento T2 Humus de lombriz 30.000Kg/ha presentará la mejor relación beneficio costo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Estos resultados se deben indudablemente al aporte nutricional que presenta el humus además de diversos componentes que favorecen el mejor desarrollo y estado sanitario de las plantas, lo que incide directamente en la producción. El utilizar humus en la fertilización del frejol cuarentón mostró diversos beneficios agronómicos entre los principales incrementó el tamaño del grano, así como la longitud y peso de vainas. Con los niveles más elevados (30000 y 40000 kg ha⁻¹) se incrementó la producción por hectárea en alrededor de 300 kg más que los producidos por el testigo. Los rendimientos alcanzados por los tratamientos en el presente estudio estuvieron comprendidos entre los 1170,0 a 1457,5 kg ha⁻¹, incrementándose conforme se dosificaron las dosis de humus. Los mayores ingresos brutos, los mostró el tratamiento T3 con valores de 3643,75 dólares. Sin embargo, el mejor ingreso neto y la relación beneficio/costo más eficiente la mostró el testigo con valores de 2511,41 y 6,07 en su orden. El tratamiento a base de humus que se ubicó en segundo lugar fue el de 20000 kg ha⁻¹ de humus con ingresos netos y relación beneficio/costo de 1237,38 y 0,69, respectivamente.

EXECUTIVE SUMMARY

This research was conducted at the "The Hive" located at km. 2.5 pathway CacheliEcheandia in Chico Campus Canton belonging to Windows, Rivers Province. Whose geographical coordinates are 98 ° 40 '32" east longitude and 06 ° 00' 71" South latitude. It raised the overall objective: To evaluate the agronomic and phytosanitary aged beans with four doses of vermicompost and specific: a) Determine the most appropriate dose of worm castings for the production of beans forties b) Establish profitability treatments under study. Subject to the assumptions: a) The T2 treatment vermicompost 30,000 kg / ha achieved better production of beans and b) T2 treatment vermicompost 30.000Kg/ha present the best cost-benefit ratio. Design was a randomized complete block (RCBD) with four treatments and four replicates. These results are undoubtedly due to nutritional presenting humus as well as various components that promote better development and health of the plants, which directly affects production. The use humus frejol fertilization showed various agronomic benefits aged between major increased grain size and the length and weight of pods. With higher levels (30000 and 40000 kg ha⁻¹) increased production per hectare by about 300 kg more than those produced by the witness. The yields obtained by the treatments in this study were between the 1170.0 to 1457.5 kg ha⁻¹, increasing with doses dosed humus. The highest gross earnings, the T3 treatment showed values of \$ 3,643.75. However, the best net income and the benefit / cost efficient showed the witness the values of 2511.41 and 6.07 in that order. The humus-based treatment that came in second place was the 20,000 kg ha⁻¹ of humus with net income and benefit / cost of 1237.38 and 0.69, respectively.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) se origino en centro América, probablemente en México, donde se empezó a cultivar hace 7000 años y es la leguminosa de grano de consumo humano directo mas importante en el planeta; Este producto es componente principal en la dieta alimenticia de la población y participa con el 57% de la oferta mundial de leguminosas, para la población ecuatoriana constituye una de las principales fuentes de proteínas y carbohidratos.

En el Ecuador principalmente en la región sierra, las leguminosas son componentes de los sistemas de producción, ya que son cultivadas en asociación intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos; por tal motivo juega un papel muy importante en el manejo sostenible de la agricultura y la alimentación, por lo que genera empleo, alimento e ingresos económicos a pequeños, medianos y grandes agricultores, que tratan de satisfacer la demanda interna y externa.

Por lo expuesto anteriormente, en el Cantón Ventanas, Provincia de los Ríos, el cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) presenta un alto grado de adaptación, sin embargo, tiene varios problemas relacionados con la producción, incidencia y severidad de enfermedades y plagas. De allí, que es importante investigar en esta temática y sobre todo conocer el comportamiento de las diversas dosis de Humus de lombriz, para diagnosticar el grado de adaptación de esta leguminosa.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica se da gran importancia a este tipo de abonos orgánicos y cada vez se están utilizando en los cultivos de ciclo corto.

La producción de fréjol en el cantón Ventanas presenta un alto grado de adaptación ya que brinda clima adecuado a la densidad requerida por tal motivo la siguiente investigación se va a utilizar abonos orgánicos para mejorar su rendimiento en la producción.

Con la aplicación abonos orgánicos, proporcionando a los horticultores nuevas alternativas de cultivos orgánicos, que permitirán incrementar además sus ingresos con mejores producciones y rentabilidad.

Así mismo se espera que la adopción de este sistema de aplicación de abonos orgánicos en diferentes leguminosas en la diversas zonas del país permitiendo a los agricultores generar una cultura de concientización con sus similares en el sentido de que cultivar con este tipo de insumos, mejorará la calidad de las leguminosas que se consumen, precautelando la salud de los consumidores. El paradigma actual en la agricultura es intensificar los sistemas de producción.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

- Evaluar las características agronómicas y fitosanitarias de frejol cuarentón con cuatro dosis de humus de lombriz.

1.2.2. Específicos

- Determinar la dosis más adecuada de humus de lombriz para la producción del frejol cuarentón.
- Establecer la rentabilidad de los tratamientos en estudio.

1.3. Hipótesis

- El tratamiento T2 Humus de lombriz 30.000 Kg/ha logrará una mejor producción del frejol.

- El tratamiento T2 Humus de lombriz 30.000Kg/ha presentará la mejor relación beneficio costo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. Fréjol

2.1. Descripción Botánica del fréjol

El frejol forma parte de la dieta básica en la población, constituyendo una de las fuentes complementarias de proteína vegetal y apoya la economía familiar por su comercialización en escalas significativas. Las comunidades de colonos y/o mestizos muestran mayor preferencia para cultivar y consumir fréjol, que los agricultores de comunidades nativas de la Amazonía central. Este rasgo socio cultural se basa, entre otras cosas, a que estas comunidades se forman con migrantes de la sierra y selva alta, donde el consumo de frejol es mayor **(CHÁVEZ *et al*, 2004)**.

2.1.1. Raíces

Posee una raíz principal, con muchas raíces laterales que pueden alcanzar hasta 2 metros de profundidad, si los suelos son profundos y bien estructurados, por ello pueden resistir la sequía y absorber el agua disponible en la parte inferior del suelo. **(FENALCE, 2009)**

2.1.2. Tallo

La morfología depende del cultivar, según su forma y hábito de crecimiento; los cultivares se agrupan en dos tipos: los de crecimiento determinado y los de crecimiento indeterminado. Los tipos indeterminados son los trepadores, que pueden seguir desarrollándose después de la floración la altura de su tallo puede ir de 50 cm a 3 metros. **(FENALCE, 2009)**

Por otro lado el **(CIAT,1987)** manifiesta que por su hábito de crecimiento las plantas son agrupadas en 4 tipos principales cada uno con su respectiva escala:

- Los arbustivos o determinado (sin guía)
- Los arbustivos e indeterminado (con guía muy corta)
- Semi-voluble o semi-indeterminado (erecto con semi-guía)
- Semi-voluble o semi- indeterminado (postrado con semi-guía)
- Voluble o indeterminado (con guía no trepadora)

- F: Voluble o indeterminado (con guía trepadora)

2.1.3 Hojas

Los cotiledones son las primeras dos especies de hojas de forma acorazonada, sencillas y opuestas las cuales son el resultado de la germinación epigea o sea cuando los cotiledones salen a la superficie; las hojas definitivas las forman los foliolos, el central es ovoide y simétrico y los laterales asimétricos. **(GUAMÁN, et al., 2004)**

2.1.4. Inflorescencias

Son simples y compuestas insertadas en los nudos del tallo y las ramas, las inflorescencias pueden ser axilares o terminales en forma de racimos formada por 5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres y un pistilo es la flor típica de las leguminosas de grano como el frejol. **(GUAMÁN, et al., 2004)**

2.1.5. Fruto

Es una vaina o legumbre que varía mucho en forma, tamaño y número de semillas. Las semillas a su vez presentan gran diversidad de formas (cilíndricas, elípticas u ovales) y colores desde el blanco hasta el negro. **(GUAMÁN, et al., 2004)**

2.1.6. Semilla

La semilla representa el óvulo fecundado y maduro y, en granos como el frejol, la forma de reproducción y multiplicación de la especie. Para asegurar el proceso de reproducción es necesario contar con una semilla de buena calidad, considerada como aquella que al momento de la siembra está en condiciones de germinar y producir una planta normal y vigorosa. **(ARIAS et al., 2001)**

La calidad de la semilla se puede resumir en tres componentes: el componente genético, que define sus características y las de la planta en cuanto a adaptación, resistencia o susceptibilidad al ataque de agentes patógenos, y el tipo de grano (tamaño, color, forma); el componente sanitario, que se refiere a la presencia o ausencia de patógenos internos o externos, que no sólo deterioran su apariencia sino que pueden transmitirse de un cultivo a otro a través de la semilla, y el componente fisiológico, que está relacionado con el tamaño, la cantidad y la calidad de los elementos que posee en su interior para nutrir la planta, y darle madurez, viabilidad y vigor. **(ARIAS et al, 2001)**

2.2. Características Agronómicas del frejol cuarentón

Rendimiento potencial (kg / ha)	1386
Ciclo vegetativo	corto
Longitud de grano (mm)	4 -6
Volamieto de la planta	si
Manchado del grano	no

2.3. Condiciones edafoclimáticas

2.3.1. Clima

El frejol se adapta desde 200 hasta 1.500 msnm. El cultivo necesita entre 300 a 400 mm de lluvia, la falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afectan seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades. **(INFOAGRO, 2006)**

2.3.2. Suelo

Se recomienda que los suelos para el cultivo de frejol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1.5% de materia orgánica

con la capa arable y de textura liviana con nomas de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos, franco arcillosos ya que el buen drenaje y la a creación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo. **(INFOAGRO,2006)**

2.4. Fertilización

De acuerdo al análisis de suelo. Una recomendación general es aplicar a la siembra, 200 kg/ha de 18-46-00(4 sacos), que equivale a 36 y 92 kg/ha de N y P₂O₅, respectivamente. El frejol tiene una excelente repuesta al uso de quelatos de Zinc, aplicados en floración y llenado de vainas; en dosis de 2 kg/ha en cada estado del desarrollo. **(PERALTA *et al.*, 2007).**

2.5. Nitrógeno

El nitrógeno es un constituyente de los más importantes compuestos y complejos orgánicos minerales de la planta. La escasez de nitrógeno en la planta tiene una notable incidencia en el desarrollo. El nitrógeno promueve el rápido crecimiento (incremento en el tamaño de la planta y número de macollos) y aumenta el tamaño de las hojas, numero de espiguillas por panoja, el porcentaje en espiguillas llenas y el contenido de proteínas en el grano.**(DOBERMANN Y FAIRHURST, 2008)**

El nitrógeno es el que más influye en el rendimiento del frejol, se le considera un factor limitante en la producción. Se preside que los requerimientos nitrogenados aumentaran en el futuro; sin embargo con la tecnología actual de producción de fertilizantes y los métodos de aplicación empleados, así como el costo y la contaminación ecológica que producen, su uso se hace limitado.**(LA CASTILLA,2005)**

La disponibilidad biológica de nitrógeno, fósforo y potasio es de considerable importancia económica porque son los principales nutrientes vegetales que se derivan del suelo De los tres, el nitrógeno es el más susceptible a las transformaciones microbianas Debido a la posición crítica del suministro de

nitrógeno en la producción de cultivos en la fertilidad del suelo, una marcada deficiencia reduce la producción y calidad de las cosechas. **(INFOAGRO,2006).**

El nitrógeno es de los nutrientes que mas estimula la proliferación del sistema radicular, posteriormente cuando se encuentra en forma amoniacal. Además, el nitrógeno amoniacal aumenta la eficiencia de la fertilización fosfatada, que a su vez tiene un efecto positivo- en el desarrollo radicular. **(IPNI,2008).**

El nitrógeno, es quizás el nutriente que más influye en los rendimientos, y en la mayoría de los casos, se lo considera como un factor limitante para la producción de frejol. **(MAGAP,2009)**

El nitrógeno es el elemento que más influye sobre la producción pues aumenta el porcentaje de espiguillas llenas, incrementa la superficie foliar y además contribuye al aumento de la calidad del grano. La aplicación de nitrógeno da una coloración verde oscura a la plantas, produce un rápido crecimiento, aumenta el tamaño de hojas y granos elevando su contenido proteico y mejoran la calidad del grano. **(SOLORZANO,2007).**

Cuando la planta sufre deficiencia de Nitrógeno ésta reduce su porte, y tamaño de la panícula, acortando ligeramente su ciclo a floración. Disminuye el número de granos por panícula. Dosis excesivas de nitrógeno, en cambio, provocan un excesivo desarrollo vegetativo, y se da la susceptibilidad a enfermedades y estimulándose la proliferación de malas hiervas.**(INFOAGRO, 2006).**

Para una buena fertilización de las plantas sé hace necesario saber cuáles son sus necesidades, considerar el estado de los elementos nutritivos en el suelo, capacidad de la planta para extraer los nutrientes, variedad de la planta, fecha de siembra, composición y régimen de agua o riego, entre otros. Los aportes a realizar serán la diferencia entre las necesidades de la planta y el contenido de nutrientes disponibles del suelo. **(FERTIBERIO,2004)**

2.6. Fósforo

El fósforo es móvil de la planta, promueve, el desarrollo de la raíz, la floración temprana y la maduración (especialmente si la temperatura es baja), el fósforo es particularmente importante en la primera fase de crecimiento. **(DOBERMANN Y FAIRHURST,2006)**

Las plantas con deficiencia de fósforo son pequeñas, con hojas estrechas pequeñas y rectas, tallos delgados y alargados. **(IMPOFOS,2000)**

El fósforo es crítico en el metabolismo de las plantas, desempeñando un papel importante en la transferencia de energía en la respiración y fotosíntesis.**(GRANT et al, 2004).**

2.7. Potasio

El potasio es esencial en la planta para que ocurran diversos procesos como la osmoregulación, activación de enzimas, regulación de pH.**(DOBERMANN Y FAIRHURST, 2006)**

El potasio fortalece las paredes celulares y está envuelto en la lignificación de los tejidos escleróticos. A nivel de toda la planta, el potasio incrementa el área foliar y el contenido de clorofila, retrasadas en senescencia y por lo tanto contribuye a una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo. A diferencia de nitrógeno y el fósforo, el potasio no tiene mayor efecto en su desarrollo, sin embargo su presencia incrementa el número de granos.**(DOBERMANN Y FAIRHURST, 2005).**

2.8. Zinc

La deficiencia de zinc en las plantas va unida generalmente a los suelos ácidos, principalmente en el horizonte superficial.

Actúa principalmente como enlace en muchos sistemas entre el enzima y el sustrato. Está relacionado con la asimilación de otros elementos como calcio, fósforo y magnesio. Es vital para la formación de clorofila y hormonas del crecimiento. La carencia de zinc provoca anomalías en el desarrollo de la planta: las hojas se alargan y los entrenudos se acortan, al tiempo que las hojas tienden a formar rosetas, amarillean entre los nervios. Las plantas más afectadas por este déficit son los cítricos y el maíz. **(MICRONUTRIENTES,2004)**

La deficiencia de zinc ocurre frecuentemente en el cultivo del frejol en tierras húmedas en suelos alcalinos o cercanos a la neutralidad en los suelos de deficiencias severas de zinc, las plántulas pueden no emerger. La deficiencia de zinc a menudo está ligada a un alto pH del suelo o del agua de riego, a una fuerte reducción química del suelo, a una baja temperatura del suelo o a altas dosis de aplicación de nitrógeno y fósforo. **(MICRONUTRIENTES,2004)**

2.9. Boro

Los suelos de textura gruesa (arenosa), pobres en materia orgánica, tienden a ser bajos en boro disponible. Entre sus principales funciones en el interior de la planta, cabe destacar:

Que es esencial en el desarrollo de nuevos tejidos.

Facilita el transporte de los azúcares a través de la pared celular.

Regula la formación de la pared celular, favoreciendo su lignificación.

La deficiencia en boro se manifiesta en hojas y tejidos jóvenes que se

Atrofian y se deforman. En los frutales se agrieta la corteza, aparece gomosis y se mal forman los frutos. **(MICRONUTRIENTES,2004)**

El boro es un micro nutrimento esencial requerido por las plantas para su normal desarrollo y crecimiento. Sin embargo, a través de la historia de investigación de este elemento, ha sido establecido que los rangos de concentración en la solución del suelo que causan síntomas de deficiencia o toxicidad en las plantas son más pequeños que para cualquier otro elemento; esto, aun a dado a la

situación de que dichos rangos varían de acuerdo con la especie; es decir un intervalo de concentraciones de B puede ser normal para un determinado tipo de plantas mientras que para otras puede resultar toxico o deficiente. **(MICRONUTRIENTES,2004)**

La toxicidad del boro ocurre en suelos volcánicos y costeros y se caracteriza por: Clorosis que se inicia en las puntas de las hojas más viejas a lo largo de sus márgenes seguida por la aparición de manchas grandes, marrones, en las partes afectadas, las que se vuelven marrones y se secan. **(UDO,2005)**

2.10. Bioestimulantes de las plantas

Los Bioestimulantes son compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna manera los procesos fisiológicos vegetales. Las hormonas vegetales son sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se trasladan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal. **(LORENTE,2007)**

2.11. Fertilizantes foliares

El abono foliar se utiliza como complemento al abono de fondo. Es importante para aportar micronutrientes como el hierro, magnesio, boro, zinc, cobre, entre otros. ya que se precisan en pequeñísimas cantidades y se asimilan directamente por aplicarlos en la propia hoja. **(INFOJARDIN, 2008)**

Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años. Alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo. Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar

los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada. **(INFOJARDIN, 2008).**

Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos. Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del HUMUS de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo. **(INFOJARDIN,2008).**

2.12. Humus de lombriz

El humus de lombriz es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California. Mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades constituyéndose en un abono de excelente calidad debido a sus propiedades y composición. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

La acción de las lombrices da al sustrato un valor agregado, permitiendo valorarlo como un abono completo y eficaz mejorador de suelos. Tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, facilitando una mejor manipulación al aplicarlo, por su estabilidad no da lugar a fermentación o putrefacción. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

Posee un alto contenido de macro y oligoelementos ofreciendo una alimentación equilibrada para las plantas. Una de las características principales es su gran contenido de microorganismos (bacterias y hongos benéficos) lo que permite elevar la actividad biológica de los suelos. La carga bacteriana es de aproximadamente veinte mil millones por gramo de materia seca. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

En su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, cinc, carbono, etc., en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica, que enriquece el terreno.(**BIOAGROTECSA, 2011**)

Comparado con otros abonos orgánicos tales como estiércoles de bovinos, cerdos, gallinaza etc. tiene la gran ventaja de que una tonelada de Humus equivale a 10 toneladas de los estiércoles referidos.(**BIOAGROTECSA, 2011**)

Está definido como un organismo vivo que actúa sobre las sustancias orgánicas del terreno donde se aplica. Contiene además buenas cantidades de fitohormonas. Todas estas propiedades más la presencia de enzimas , hacen que este producto sea muy valioso para los terrenos que se han vuelto estériles debido a explotaciones intensivas, uso de fertilizantes químicos poco equilibrados y empleo masivo de plaguicidas.(**BIOAGROTECSA, 2011**)

Valores fitohormonales:

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos "agentes reguladores del crecimiento" son:(**BIOAGROTECSA, 2011**)

La **Auxina**, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos;

La **Gibberelina**, favorece el desarrollo de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos;

La **Citoquinina**, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.(**BIOAGROTECSA, 2011**)

Valores nutritivos:

El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común. Los experimentos efectuados con vermihumus en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

Ventajas:

Presenta ácidos húmicos y fúlvicos que por su estructura coloidal granular, mejora las condiciones del suelo, retiene la humedad y puede con facilidad unirse al nivel básico del suelo, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retención de agua. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

Inocula grandes cantidades de microorganismos benéficos al sustrato, que corresponden a los principales grupos fisiológicos del suelo. Favorece la acción antiparasitaria y protege a las plantas de plagas. Le confiere una elevada actividad biológica global. Ofrece a las plantas una fertilización balanceada y sana. Puede aplicarse de forma foliar sin que dañe la planta. Desintoxica los suelos contaminados con productos químicos. Incrementa la capacidad inmunológica y de resistencia contra plagas y enfermedades de los cultivos. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

Activa los procesos biológicos del suelo. Tiene una adecuada relación carbono nitrógeno que lo diferencia de los abonos orgánicos, cuya elevada relación ejerce una influencia negativa en la disponibilidad de nitrógeno para la planta. Presenta humatos, fitohormonas y rizógenos que propicia y acelera la germinación de las semillas, elimina el impacto del trasplante y al estimular el crecimiento de la planta, acorta los tiempos de producción. Favorece la circulación del agua y el aire. Las tierras ricas en Humus son esponjosas y menos sensibles a la sequía. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

Facilita la absorción de los elementos fertilizantes de manera inmediata. Tiene capacidad de taponamiento, por lo que en su presencia los terrenos ligeramente ácidos o básicos, tienden a neutralizarse. Su pH neutro permite aplicarlo en contacto con la raíz, de forma que evita en un 100% el shock del trasplante y facilita la germinación de las semillas. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

Contiene sustancias fitoreguladoras que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, por lo que ayuda a controlar la aparición de plagas. Posee una importante carga bacteriana que degrada los nutrientes a formas asimilables por las plantas. También se incrementa la cantidad de ácidos húmicos. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

El estiércol de estas lombrices tiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol bovino. Brinda un buen contenido de minerales esenciales; nitrógeno, fósforo y potasio, los que libera lentamente, y los que se encuentran inmóviles en el suelo, los transforma en elementos absorbibles por la planta. Su riqueza en micro elementos lo convierte en uno de los pocos fertilizantes completos ya que aporta a la dieta de la planta muchas de las sustancias necesarias para su metabolismo y de las cuales muy frecuentemente carecen los fertilizantes químicos. **(BIOAGROTECSA, 2011)**

2.13. Resultados del empleo del humus en el cultivo de fréjol

El presente trabajo investigativo se desarrolló en la finca de semilla botánica de Cuchillo, perteneciente a la Granja de Cultivos Varios del MINAZ, en Media Luna, Granma, en el período comprendido entre la segunda quincena del mes de octubre y la primera quincena del mes de diciembre del 2008 en condiciones de campo, empleándose un suelo vertisuelo de clasificación Oscuro Plástico Gleisoso con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de Bayfolan 250 SL y diferentes dosis de Humus de Lombriz sobre el crecimiento y desarrollo en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en la variedad BAT-304. Se empleó un diseño de bloques al azar en parcelas divididas con seis tratamientos y tres

réplicas. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble y comparación múltiple de medias por la prueba de Duncan a una probabilidad de error al 5% ($p < 0.05$). Los mejores resultados para los parámetros evaluados se alcanzaron para la combinación Bayfolan 250 SL + Humus de lombriz a razón de 3 Kg. /m². Se pudo comprobar a su vez que con el empleo de estos biopreparados se pueden obtener plantas más vigorosas y mejor desarrolladas, lo que permite una mejor preservación del agroecosistema. Se demostró que la aplicación de estos bioproductos produjo un elevado efecto económico y ecológico, ya que se redujeron los costos de producción. **(RONDÓN, 2011)**

En la comunidad de Carpuela perteneciente a la parroquia Ambuquí de la provincia de Imbabura a 1636 m.s.n.m se evaluó la aplicación foliar de cinco ácidos húmicos (PILLIER HUMUS, ECO HUMUS, HUMIC ACID, BIO CAT en una dilución de 1 lt de producto para 200 lt de agua y PACHA MAMA cuya presentación es granulada se aplicó en una dilución de 1 kg de producto en 200 lt de agua) en dos variedades de fréjol (INIAP 429 Paragachi Andino e INIAP 420 Canario del Chota), además se añadió un testigo químico por cada variedad. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones; la parcela experimental fue de 2.8 m². Se estudiaron las variables: Altura de Planta a la madurez fisiológica, Número de vainas por planta, Número de granos por vaina, Rendimiento y Análisis económico. Los principales resultados fueron: La mejor interacción fue variedad Paragachi con Piller humus (V1F5) para las variables altura de planta a la madurez fisiológica con 68,17cm, días a la madurez fisiológica con 83 días, número de vainas por planta 15, número de granos por vaina 6, rendimiento de 3,14 t/ha y una ganancia de 1398,88 dólares por hectárea con una inversión de 1018,92 dólares en 83 días de perdura el cultivo Finalmente se concluyó que el mejor ácido húmico para aplicación foliar en el cultivo de fréjol fue PILIER HUMUS con una dosis de 1lt de producto en 200lt de agua. **(MARTÍNEZ, 2011)**

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la finca “La Colmena” localizada en el km. 2,5 vía a Echeandia en el Recinto Cacheli Chico perteneciente al Cantón Ventanas, provincia de los Ríos. Cuyas coordenadas geográficas son 98° 40′ 32″ de longitud Este y 06° 00′ 71″ latitud Sur.

El trabajo de campo tuvo una duración de 90 días

3.2. Condiciones meteorológicas

El presente cuadro muestra las condiciones meteorológicas del lugar que se llevó a cabo la investigación.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas de la zona en estudio

Parámetros	Promedios
Temperatura media °C	29.0
Humedad relativa media %	79.4
Heliofanía anual, horas luz	1278.0
Precipitación, mm/año	1537.0
Clima	Trópico húmedo
Zona ecológica	Bosque húmedo Tropical (bht)

Fuente: Estación meteorológica de INIAP Pichilingue año 2012

3.3. Materiales y equipos

Los materiales que se emplearon en el siguiente experimento fueron los siguientes:

Cuadro 2. Materiales y Equipos

MATERIALES	
Terreno	1
Estaquillas de madera	20
Machete	1
Bomba de mochila	1
Cinta métrica	1
Pirola rollo	1
Balde	2
Balanza	1
Tanque	1
Fungicida	1
Insecticidas	1
Semilla (kg)	1
Abonos	
Humus de lombriz (kg)	288
Abono completo (kg)	1
Materiales de oficina	
Computadora	1
Esferos	3
Lápiz	2
Cuaderno	1
Resma de hoja a4	1
Internet (horas)	30

3.4. Factores en estudio

Se estudió un solo factor, constituido por cuatro diferentes dosis de humus:

T1. Humus de lombriz 20000 kg ha⁻¹

T2. Humus de lombriz 30000 kg ha⁻¹

T3. Humus de lombriz 40000 kg ha⁻¹

T4. Sin humus de lombriz

3.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento.

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación		Grado de libertad
Tratamiento	(t - 1)	3
Repetición	(r - 1)	3
Error	(t - 1)(r - 1)	9
Total	(t r) - 1	15

Se realizaron los respectivos análisis de varianza, para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey (P 0.05) con el 95% de probabilidad.

3.6. Delineamiento experimental

Se detallan a continuación las características de las parcelas experimentales que se utilizaron en el estudio.

Forma de las parcelas	Cuadrado
Numero de tratamientos	4
Número de Repeticiones	4

Total de Parcelas	16
Largo de Parcelas (m)	2
Ancho de parcelas (m)	2
Área de cada parcela (m) ²	4
Espacio entre bloque (m)	0.50
Área útil de cada parcela (m) ²	4
Área útil del experimento (m)	70.4
Área total del experimento (m) ²	85

3.7. Mediciones evaluadas

3.7.1. Altura de la planta (10 - 20 - 30 días)

Se midió en 10 plantas seleccionadas al azar del área útil de cada parcela, desde la superficie del suelo hasta la parte superior del tallo con la ayuda de un flexómetro graduado en centímetros, siendo su promedio expresado en centímetros.

3.7.2. Número de flores

Se contaron el número de flores por planta de cada una de las parcelas experimentales, cuando el 50% de las plantas presentaron las hojas envainadas.

3.7.3. Peso de las vainas

Se tomaron 100 vainas al azar de cada unidad experimental y se evaluó su peso en una balanza de precisión consideradas en gramos.

3.7.4. Longitud de vaina

Las 100 vainas seleccionadas al azar para determinar el peso de vainas, fueron consideradas para realizar esta medición la cual se expresó en cm.

3.7.6. Peso de 500 granos (g)

Se tomaron 500 granos al azar de cada unidad experimental, evaluando su peso en una balanza de precisión considerada en gramos.

3.7.7. Longitud del grano (mm)

Se midió el tamaño del grano con un vernier y se lo expresó en mm, cogiendo 20 granos al azar de cada unidad experimental.

3.8. Manejo del experimento

Se tomó un área útil de 200m² para el ensayo, el mismo que fue delimitado y se formaron las unidades experimentales con su respectiva señalización determinada al azar.

Preparación de suelo

Se realizó la limpieza del terreno de forma manual y aplicación de Garden como prevención de insectos.

Semilla

Se utilizó semilla certificada y se al momento de la siembra se le aplicó el insecticida Garden para la prevención de insectos.

Siembra

Se realizó la siembra de forma manual utilizando espeque con una semilla por sitio.

Control de malezas

El control de las malezas se lo realizó de forma manual (machete), mediante deshierbas, para mantener el cultivo libre de malezas.

Control de Plagas

Para el control de insectos y plagas se utilizaron productos tales como el Garden en dosis de 1 kg ha^{-1} y el Eco foliar en dosis de 1 l ha^{-1}

Manejo de agua

El agua se proporcionó de forma manual al cultivo de acuerdo al requerimiento de la plantación, manteniéndose un manejo eficiente del agua para el control de insectos del suelo y malezas.

Fertilización

La fertilización estuvo dada de acuerdo a las dosis requeridas de humus para cada uno de los tratamientos en estudio, siendo realizada su aplicación a los 15 días después de la siembra.

Cosecha

La cosecha se realizó de manera manual y a los 40 días aproximados, se obtuvo el peso de campo expresado en kg en por cada m^2 . También se evaluó dentro del área útil de cada parcela el peso promedio de 50 vainas.

3.9. Análisis económico

3.9.1. Ingresos brutos

Los ingresos brutos fueron los valores obtenidos por concepto de venta de la producción del fréjol (kg ha^{-1}) de cada uno de los tratamientos.

3.9.2. Costos Fijos

Entre los costos fijos se establecieron los materiales de evaluación, controles orgánicos y otros.

3.9.3. Costos variables

Los costos variables considerados fueron los costos generados por la compra del abono orgánico.

3.9.4. Costos totales

Los costos totales se calcularon mediante la suma de los costos variables y los costos fijos, mediante el empleo de la siguiente fórmula:

$$CT = CF + CV; \text{ donde:}$$

$$CT = \text{Costo total}$$

$$CF = \text{Costo fijo}$$

$$CV = \text{Costo variable}$$

3.9.5. Beneficio neto

El beneficio neto fue la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de cada uno de los tratamientos, y para calcularla se utilizó la siguiente fórmula:

$$BN = IB - CT; \text{ donde:}$$

$$BN = \text{Beneficio neto}$$

$$IB = \text{Ingreso bruto}$$

$$CT = \text{Costos totales}$$

3.9.6. Relación Beneficio Costo

Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Costos totales}} \times 100$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Altura de planta (cm) a los 10, 20 y 30 días

El análisis de varianza realizado (Cuadro 1 del Anexo), no mostró diferencias estadísticas en la altura de planta a los 10, 20 y 30 días, entre los tratamientos en estudio.

Los tratamientos se comportaron de manera similar (Tukey, $P > 0,05$) en la variable altura de planta a los 10, 20 y 30 días (Cuadro 4), no obstante a los 10 días el tratamiento de 30000 kg ha⁻¹, presentó las plantas con las alturas más elevadas (13,2 cm), seguido del tratamiento con 40000 kg ha⁻¹ (12,9 cm).

El tratamiento con 40000 kg ha⁻¹ (19,3 y 29,7 cm) presentó las mayores alturas a los 20 y 30 días, respectivamente. El tratamiento con las menores alturas de planta fue el de 0 kg ha⁻¹ de humus con valores de 16,8 y 26,1 cm a los 20 y 30 días, respectivamente.

Cuadro 4. Altura de planta (cm) a los 10, 20 y 30 días, en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.

Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	10 d	20 d	30 d
T1	11,5 a	18,6 a	28,6 a
T2	13,2 a	19,1 a	29,3 a
T3	12,9 a	19,3 a	29,7 a
T4	11,4 a	16,8 a	26,1 a
CV (%)	8,8	10,1	6,5

* Medias con letras iguales no muestran diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P < 0,05$)

4.1.2. Número de flores, peso de 100 vainas (g) y longitud de vaina (cm)

Al realizar el proceso del análisis de varianza (Cuadro 2 del Anexo) se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los

tratamientos en el peso de 100 granos (g) y en la longitud de vaina, mientras que en el número de flores no se encontraron diferencias.

En el número de flores no se encontraron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos según la prueba de Tukey ($P < 0,05$), no obstante las plantas con la mayor cantidad de flores promedio le correspondió al tratamiento con 40000 kg ha⁻¹ de humus con 4.2 flores por planta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de flores, peso de 100 vainas (g) y longitud de vaina (cm), en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.

Tratamientos	Número de flores	Peso de 100 vainas (g)	Longitud de vaina (cm)
T1	3,6 a	250,3 b	9,6 b
T2	4,0 a	298,0 a	13,4 a
T3	4,2 a	286,9 a	12,9 a
T4	2,9 a	240,0 b	9,3 b
CV (%)	22,3	3,9	5,8

* Medias con letras iguales no muestran diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P < 0,05$)

En el peso de vaina como en la longitud de vainas si mostró diferencias estadísticas la prueba de Tukey ($P < 0.05$), mostrándose como superior en el peso de vaina los tratamientos dosificados con 30000 y 40000 kg ha⁻¹ con valores de 298,0 y 240,0 g, respectivamente.

En la longitud de vainas, se presentaron como superiores los tratamientos dosificados con 30000 y 40000 kg ha⁻¹ los cuales mostraron longitudes de 13,4 y 12,9cm, respectivamente (Cuadro 6).

4.1.3. Peso de 500 granos (g), longitud de grano (mm) y rendimiento (kg ha⁻¹)

En el análisis de varianza realizado (Cuadro 3 del Anexo), se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados en las

variables peso de 500 granos (g), longitud de grano (mm) y en el rendimiento (kg ha⁻¹).

Cuadro 6. Peso de 500 granos (g), longitud de grano (mm) y rendimiento (kg ha⁻¹), en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.

Tratamientos	Peso 500 granos (g)	Longitud de grano (mm)	Rendimiento kg ha ⁻¹
T1	141,7 b	13,1 b	1216,0 b
T2	167,0 a	17,5 a	1416,8 a
T3	162,2 a	17,0 a	1457,5 a
T4	123,3 c	12,1 b	1170,0 b
CV (%)	3,5	5,1	4,3

* Medias con letras iguales no muestran diferencias estadísticas según la prueba de Tukey (P<0,05)

En el peso de 500 granos (g), longitud de grano y rendimiento (kg ha⁻¹) se encontraron diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba de Tukey (P<0.05). En el peso de 500 granos (g), los tratamientos dosificados con 30000 y 40000 kg ha⁻¹ fueron superiores y obtuvieron valores de 167,0 y 162,2 g, respectivamente.

En la longitud de grano (mm), las plantas dosificadas con 30000 y 40000 kg ha⁻¹ mostraron tamaños de grano superiores con valores de 17,5 y 17,0mm, respectivamente. De igual manera se comportaron superiores los mismos tratamientos en el rendimiento kg ha⁻¹ con producciones de 1416,8 y 1457,5 kg ha⁻¹ (Cuadro 6).

4.1.4. Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos se detalla en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis económico de los tratamientos, en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.

Rubros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Costos fijos				
Alquiler terreno	100,00	100,00	100,00	100,00
Limpieza terreno	80,00	80,00	80,00	80,00
Herbicidas	16,50	16,50	16,50	16,50
Insecticida	22,00	22,00	22,00	22,00
Mano de obra siembra	56,00	56,00	56,00	56,00
Semilla	25,00	25,00	25,00	25,00
Deshierba	40,00	40,00	40,00	40,00
Materiales	5,20	5,20	5,20	5,20
Cosecha	56,00	56,00	56,00	56,00
Total costos fijos	400,70	400,70	400,70	400,70
Costos variables				
Mano de obra abonadura	66,12	99,18	132,24	0,00
Humus	1322,40	1983,60	2644,80	0,00
Desgranado	13,40	15,61	16,06	12,89
Transporte	6,70	7,81	8,03	6,45
Total costos variables	1401,92	2098,39	2793,10	12,89
Costos totales	1802,62	2499,09	3193,80	413,59
Ingresos				
Producción	1216,00	1416,80	1457,50	1170,00
Ingresos brutos	3040,00	3542,00	3643,75	2925,00
Ingresos netos	1237,38	1042,91	449,95	2511,41
Relación beneficio/costo	0,69	0,42	0,14	6,07

Los costos fijos para cada uno de los tratamientos fueron de 400,70 dólares, respectivamente.

Los costos variables y totales más elevados, los presentó el tratamiento T3 con 2793,10 y 3193,80 dólares, respectivamente; seguido del tratamiento T2, que mostró costos variables y totales de 2098,39 y 2499,09 dólares, en su orden.

Los mayores ingresos brutos, los mostró el tratamiento T3 con valores de 3643,75 dólares. No obstante el mejor ingreso neto y la mejor relación beneficio/costo la mostró el testigo con valores de 2511,41 y 6,07 en su orden. El tratamiento a base de humus que se ubicó en segundo lugar fue el de 20000 kg ha⁻¹ de humus con ingresos netos y relación beneficio/costo de 1237,38 y 0,69, respectivamente.

4.2. Discusión

El utilizar humus en la fertilización del frejol cuarentón mostró diversos beneficios agronómicos entre los principales incrementó el tamaño del grano, así como la longitud y peso de vainas. Con los niveles más elevados (30000 y 40000 kg ha⁻¹) se incrementó la producción por hectárea en alrededor de 300 kg más que los producidos por el testigo.

Estos resultados se deben indudablemente al aporte nutricional que presenta el humus además de diversos componentes que favorecen el mejor desarrollo y estado sanitario de las plantas, lo que incide directamente en la producción. Esto se relaciona con lo indicado por Bioagrotecsa (2011), quien explica que el humus un alto contenido de macro y oligoelementos ofreciendo una alimentación equilibrada para las plantas. Una de las características principales es su gran contenido de microorganismos (bacterias y hongos benéficos) lo que permite elevar la actividad biológica de los suelos. La carga bacteriana es de aproximadamente veinte mil millones por gramo de materia seca.

Los rendimientos alcanzados por los tratamientos en el presente estudio estuvieron comprendidos entre los 1170,0 a 1457,5 kg ha⁻¹, incrementándose conforme se dosificaron las dosis de humus. Los niveles dosificados con humus mostraron rendimientos similares a los mencionados por Arias *et al*, (2001), quien reporta que el frejol cuarentón produce alrededor de 1386 kg ha⁻¹.

Los mayores ingresos brutos los presentó la dosis más elevada de humus empleada, no obstante por los elevados costos que posee el abono sumado a

los de la aplicación, repercutieron en que sus rentabilidades sean bajas. Esta fue la razón por la cual el tratamiento Testigo fue el más rentable, pues aún al no ser fertilizado de ninguna manera, por las características del cultivo y del suelo en la cual se realizó el estudio presentó niveles productivos elevados.

De acuerdo a los resultados productivos obtenidos, se acepta la primera hipótesis planteada que indica: “El tratamiento T2 Humus de lombriz 30.000 Kg/ha logrará una mejor producción del frejol”, mientras que la segunda hipótesis planteada: “El tratamiento T2 Humus de lombriz 30.000Kg/ha presentará la mejor relación beneficio costo”, se rechaza la hipótesis.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados y discusión se realizan las siguientes conclusiones:

- Al utilizar humus (20000 kg ha^{-1}) se logró obtener en la relación beneficio/costo, una buena rentabilidad.

- Los tratamientos de 30000 y 40000 kg ha⁻¹ de humus mostraron las mejores longitudes de vaina, longitud de grano, peso de 100 vainas y peso de 500 granos.
- El mayor ingreso neto y la mejor relación beneficio/costo la mostró el tratamiento testigo con valores de 2511,41 y 6,07 en su orden.

5.2. Recomendaciones

De acuerdo a los resultados, discusión y conclusiones se recomienda:

- se recomienda emplear 20000 kg ha⁻¹ de humus en la producción de frejol cuarentón, en zonas con características meteorológicas similares a la zona de estudio.
- Realizar futuras investigaciones con otras fuentes orgánicas de fertilización y determinar su influencia en la producción del frejol cuarentón.
- Socializar los resultados investigativos a la comunidad, para promover nuevas alternativas de manejo a los agricultores.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1.Bibliografía

ARIAS, R. H. 2001. Tecnología para la producción y manejo de semilla de fríjol para pequeños productores. Boletín Divulgativo 1. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Centro de Investigación La Selva, Rio negro, Antioquia, Colombia. 32 pp.

DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T. 2000. Consultado en julio del 2012. Disponible en: www.impofos.org/ppiweb/itamn.ns/Swebindex.

BIOAGROTECSA. 2011 Clínica Orgánica en Humus de Lombriz - Lombricultura en Ecuador. Ambato – Ecuador consultado julio 2012 disponible en: www.bioagrotecsa.com.ec/lombricultura/humus-de-lombriz.html

CIAT. 1987. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio. CIAT, Cali (CIAT), 49 p.

CHÁVEZ-SERVIA, J.L.; L. COLLADO Y R. PINEDO. 2004. Conservación o pérdida del valor de las variedades locales de los cultivos amazónicos. In: Eguren F, Remy M I, Oliart, P eds. Perú: Problema Agrario en Debate – SEPIA X .Seminario Permanente de Investigación Agraria. SEPIA. Lima.

DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T. 2005. Manejo del potasio en leguminosas. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas Nº 49. P. 1-6

DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T. 2006. Manejo del fósforo en leguminosas. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas Nº 50. P. 1-6.

DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T. 2008. Frijol, desórdenes nutricionales y manejo de los nutrientes 8va. Edición en español. Instituto de potasio y el fósforo P. 47.

FERTIBERIA. 2004. Fertilización del frijol. Consultado en julio del 2012. Disponible en: www.fertiberia.es/información-fertilización/artículos/abonado_cultivos.

FENALCE. 2009. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. Disponible en: www.fenalce.org/pagina.php?p_a=51

GRANT. 2004. Importancia de la nutrición temprana con fósforo. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas. No. 47. P:1-6.

INFOJARDIN. 2008. Fertilizantes Químicos, abonos foliares. Consultado en julio del 2012. Disponible en: www.infojardin.com

IPNI. 2010. Instituto De Plantas Nutricional Internacional. Revisado en julio de 2012. Disponible en: [www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/article=97212F6206256B1E005FB289EE5947FA?opendocument&navigator=conozca+las+deficiencias+de+nutrientes](http://www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/article=97212F6206256B1E005FB289EE5947FA?opendocument&navigator=conozca+las+deficiencias+de+nutrientes)

INFOAGRO. 2006. Consultado en Julio del 2012 Disponible en: www.infoagro.com/abonos/ab.liber.lenta.htm

IMPOFOS. 2000. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Consultado en julio del 2012. Disponible en: www.ppi-ppic.org

LA CASTILLA. 2005. Efecto de la inoculación de las bacterias fijadoras de nitrógeno sobre genotipo inter específicos de leguminosas. Consultado en julio del 2012. Disponible en: www.fedearroz.com.co/arrg/458/resumen.shtml

LORENTE, J. 2007. Biblioteca de la agricultura, suelos, abonos y materia orgánica; los frutales; defensa de las plantas cultivadas; técnicas agrícolas en cultivos extensivos, horticultura; cultivo en invernadero. Lexus; Barcelona – España. Pp.465 - 466

MAGAP. 2009. Ministerio de agricultura Ganadería y pesca del Ecuador. Consultado en Junio del 2012. Disponible en:

www.magap.gob.ec/sigagro/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=270

MARTÍNEZ, C. 2011. Efecto de la aplicación de cinco ácidos húmicos en el cultivo de dos variedades de frejol (*Phaseolus Vulgaris L*) en Carpuela, Imbabura. Tesis de Grado como requisito previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica del Norte. Pp. 7 – 8.

MICRO NUTRIENTES. 2004. Uso de micronutrientes en los cultivos. Consultado en julio del 2012. Disponible en: www.Fertilizacion.Org/articulos/uso%20de%20micronutrientes%20en%20cultivo%20degruesa.htm

PERALTA, F. 2007. Manual de Campo para el Reconocimiento y Control de las Enfermedades más importante que afectan al cultivo del frejol (*Phaseolusvulgaris L.*) en Ecuador. Publicación miscelánea del INIAP. N.-136 Quito – Ecuador. Pp. 1-24.

RONDÓN, A. 2011. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Humus de Lombriz y Bayfolan. Revisado el 24 de agosto de 2013. Disponible en: <http://m.monografias.com/trabajos84/efecto-aplicacion-diferentes-dosis/efecto-aplicacion-diferentes-dosis.shtm>.

SOLÓRZANO. 2007. Crecimiento y Nutrición de leguminosas. Informaciones Agronómicas. Ecuador N° 55 P. 2-15.

UDO. 2005. Los suelos como fuente de boro para las plantas. Universidad de Oriente. Revista Científica agrícola N°1, P. 10-26.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Cuadro 1. Cuadrados medios delaaltura de planta (cm) a los 10, 20 y 30 días, en la evaluación de las característicasagronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (*Phaseolusvulgaris* L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.

F de V	G.L.	Cuadrados medios			F. tabla	
		10 d	20 d	30 d	0,05	0,01
Tratamiento	3	3,406ns	5,061ns	10,755ns	3.86	6.99
Repetición	3	2,192ns	2,794ns	5,655ns	3.86	6.99
Error	9	1,156	3,473	3,372		
Total	15					
CV (%)		8,77	10,10	6,47		

Ns = No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 2. Cuadrados medios del número de flores, peso de 100 vainas (g) y longitud de vaina (cm), en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.

F de V	G.L.	Cuadrados medios			F. tabla	
		Número de flores	Peso de 100 vainas	Longitud de vaina	0,05	0,01
Tratamiento	3	1,269ns	3134,639 **	18,432 **	3.86	6.99
Repetición	3	0,337ns	117,512ns	0,527ns	3.86	6.99
Error	9	0,663	110,426	0,435		
Total	15					
CV (%)		22,26	3,91	5,84		

Ns = No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

Cuadro 3. Cuadrados medios del peso de 500 granos (g), longitud de grano (mm) y rendimiento (kg ha⁻¹), en la evaluación de las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro dosis de humus de lombriz.

F de V	G.L.	Cuadrados medios			F. tabla	
		Peso de 100 granos	Longitud de grano	Rendimiento	0,05	0,01
Tratamiento	3	1620,458 **	30,147 **	81980,396 **	3.86	6.99
Repetición	3	49,452ns	0,537ns	8332,563ns	3.86	6.99
Error	9	27,481	0,580	3173,563		
Total	15					
CV (%)		3,53	5,11	4,28		

Ns = No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo



Figura 1.División de parcelas



Figura 2. Estacado de las parcelas



Figura 3. Deshierba de las malezas en el cultivo



Figura 4. Productos aplicados en el cultivo



Figura 5. Vainas de fréjol



Figura 6. Vainas de fréjol



Figura 7. Pesaje de vainas de fréjol



Figura 8. Dimensión de semillas