

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“ABONOS ORGÁNICOS Y SIEMBRA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
CON LABRANZA CERO Y RIEGO POR GOTEO EN LA MOLINA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

JAKES SMITH ROSAS HERNANDEZ

LIMA – PERÚ

2022

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**“Abonos orgánicos y siembra del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con labranza
cero y riego por goteo en La Molina”**

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

JAKES SMITH ROSAS HERNANDEZ

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Juan Guerrero Barrantes

Presidente

Dr. Sady García Bendezú

Asesor

Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal

Miembro

Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín

Miembro

Lima – Perú

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con el cual concluyo mis estudios a DIOS todopoderoso, fuente inagotable de luz, supremo gobernante de la paz y el amor, guía de la humanidad hacia los buenos caminos, separándonos del mal que nos lleva hacia los grandes errores de nuestra vida para que reflexionemos ante ellos y hacer buenas obras para el bienestar de ti mismo y de tu prójimo.

Con mucho amor a mi futura esposa Kiara, por su apoyo moral e incondicional para culminar con este trabajo de investigación y a la luz de mis ojos mi hijo Jack quien es mi motivo para esforzarme cada día y cumplir todas mis metas.

A mi madre Mariela Hernández Escudero, hacedora de mi existencia y que mi triunfo sea recompensa de sus múltiples esfuerzos y apoyo moral, económico, sin interés alguno, quien ha sabido guiar mis pasos correctamente enseñándome a ser un hombre de bien del cual puede sentirse orgullosa, por todo su amor y cariño y brindarme seguridad y confianza en los momentos más difíciles y como toda buena madre dejarme el tesoro más preciado como es mi educación.

A mis hermanos: Sujel, Karina, Elizabeth, Billy y Haider, que siempre estuvieron cerca y me apoyaron en todo momento y se preocuparon porque alcanzara mi meta.

A toda mi familia, que de una u otra manera me brindaron su apoyo en todo momento.

Y por último a mis amistades que me acompañaron en los buenos y malos momentos que pasé durante mi estancia universitaria.

A todos ellos muchas gracias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a DIOS, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida, como es la culminación de mis estudios.

A la memoria del **Dr. Guillermo Aguirre Yato†**, por su apoyo, paciencia y asesoramiento en la elaboración de la presente investigación.

A mi asesor **Dr. Sady Javier García Bendezu**, a los miembros de mi jurado **Ing. Mg. Sc. Juan Guerrero Barrantes, Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal, Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín**, quienes formaron parte de mi educación universitaria, orientándome en la elaboración del presente documento y mostrándose siempre disponibles y atentos para la culminación de la presente tesis.

A la memoria del **Ing. Mg. Sc. Santiago Campos Maguiña†**, docente de la facultad de Ingeniería Agrícola, por su asesoramiento, consejos y colaboración con la matraca para la elaboración del presente trabajo.

Al **Blgo. Juan Juscamaita**, docente de la facultad de Ciencias, por su asesoramiento y colaboración con el biofertilizante (fast biol) en la elaboración del presente trabajo.

Al centro experimental del INIA – La Molina por haberme brindado las instalaciones y facilidades para ejecutar la presente investigación, en especial a la ingeniera Adelaida Cruzado Ambrosio por su apoyo y colaboración.

Al Programa de Investigación de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

A los profesores de la facultad de Agronomía, departamento de Estadística e Informática, y facultad de Ingeniería Agrícola.

INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Origen y taxonomía.....	3
2.2.	Ecología del cultivo de frijol.....	4
2.2.1.	Temperatura	4
2.2.2.	Humedad	4
2.2.3.	Luz.....	5
2.2.4.	Suelo.....	5
2.3.	Rendimiento y sus componentes	6
2.4.	Necesidades hídricas del frijol	6
2.4.1.	Beneficios del sistema de riego por goteo.....	7
2.5.	Labranza cero o siembra directa.....	8
2.5.1.	Herramientas agrícolas usadas en labranza cero	9
2.5.2.	Cuidado y conservación de las herramientas.....	9
2.6.	Sistemas de siembra directa	10
2.6.1.	Siembra manual.....	10
2.6.2.	Siembra a tracción animal y para tractor de un eje	11
2.7.	Agricultura orgánica.....	12
2.7.1.	Definición.....	12
2.8.	Abonos orgánicos.....	13
2.8.1.	Estiércol de vacuno	16
2.8.2.	Guano de islas	17
2.8.3.	Vermicompost, lombricompost o humus de lombriz	17
2.8.4.	Fast Biol	19
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	Área experimental	20
3.1.1.	Ubicación	20
3.1.2.	Historial del campo	20
3.1.3.	Suelo experimental.....	20
3.1.4.	Condiciones meteorológicas	22
3.1.5.	Material vegetal evaluado	23
3.2.	Materiales.....	24
3.2.1.	Instalación del ensayo	24
3.2.2.	Evaluación del ensayo.....	24
3.3.	Factores en estudio.....	24

3.3.1.	Factor S (sistemas de siembra).....	24
3.3.2.	Factor A (abonos).....	25
3.4.	Tratamientos ensayados	28
3.5.	Características del diseño experimental	28
3.5.1.	Disposición de los tratamientos en campo	29
3.6.	Instalación y manejo de campo	30
3.6.1.	Preparación del terreno.....	30
3.6.2.	Preparación e instalación de los tratamientos.....	31
3.6.3.	Siembra	31
3.6.4.	Riegos:.....	32
3.6.5.	Control fitosanitario	32
3.6.6.	Cosecha	33
3.6.7.	Fase de laboratorio, almacén y gabinete	33
3.7.	Parámetros evaluados.....	34
3.7.1.	Evaluaciones características agronómicas.....	34
3.7.2.	Evaluación de componentes del rendimiento	35
3.7.3.	Características de grano	36
3.8.	Análisis económico	38
3.9.	Análisis estadístico.....	38
3.9.1.	Diseño experimental.....	38
3.9.2.	Tratamiento estadístico	39
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	40
4.1.	Características agronómicas	40
4.1.1.	Altura de planta (cm).....	40
4.1.2.	Longitud de vainas (cm).....	42
4.1.3.	Materia seca total de la planta (g)	44
4.1.4.	Porcentaje de germinación	45
4.2.	Rendimiento y sus componentes	46
4.2.1.	Rendimiento de grano seco (kg/ha).....	46
4.2.2.	Número de vainas por planta.....	50
4.2.3.	Número de granos por vaina	51
4.2.4.	Número de lóculos por vaina.....	53
4.2.5.	Peso de grano seco por planta (g).....	54
4.2.6.	Peso de 100 semillas (g).....	56
4.2.7.	Índice de cosecha (%)	57
4.2.8.	Porcentaje de vainas llenas por planta.....	59
4.3.	Características de grano	60

4.3.1.	Longitud de granos (cm)	60
4.3.2.	Ancho de grano (cm).....	61
4.3.3.	Espesor de grano (cm).....	63
4.4.	Características cualitativas de grano	65
4.5.	Análisis económico del frijol común variedad “Blanco Molinero”	66
V.	CONCLUSIONES.....	70
VI.	RECOMENDACIONES.....	71
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
VIII.	ANEXOS.....	78

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Herramientas agrícolas usadas en labranza cero	9
Cuadro 2: Tipos de abonos orgánicos	14
Cuadro 3: Cultivos anteriores al experimento	20
Cuadro 4: Análisis físico-químico del suelo experimental	21
Cuadro 5: Datos meteorológicos de la estación “Alexander Von Humboldt” de la UNALM	23
Cuadro 6: Cantidad de abono utilizado en el ensayo	25
Cuadro 7: Características químicas de los abonos orgánicos ensayados	26
Cuadro 8: Análisis de materia orgánica líquida Fast biol	26
Cuadro 9: Tratamientos experimentales	28
Cuadro 10: Esquema de análisis de varianza	39
Cuadro 11: Efecto de dos sistemas de siembra y de la aplicación de fuentes orgánicas sobre la altura de planta, la longitud de vainas, la producción de materia seca y el porcentaje de germinación de plantas de frijol variedad “Blanco Molinero”	41
Cuadro 12: Efecto de dos sistemas de siembra y de la aplicación de fuentes orgánicas sobre los componentes de rendimiento del frijol común	49
Cuadro 13: Resultados de la prueba de Duncan. Características de grano	64
Cuadro 14: Evaluación de las características cualitativas en los granos de frijol común variedad blanco molinero en condiciones de La Molina	66
Cuadro 15: Análisis económico de la aplicación de abonos orgánicos en frijol común var. “Blanco Molinero” con dos sistemas de siembra	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de área total manejada de manera orgánico a nivel mundial 2019.....	13
Figura 2. Distribución de los tratamientos en campo.....	29
Figura 3. Área experimental después de la siembra.....	30
Figura 4. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre la altura de planta en la variedad de frijol “Blanco Molinero”	42
Figura 5. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre la longitud de vainas en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	43
Figura 6. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre la materia seca de las plantas en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	44
Figura 7. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el porcentaje de germinación en la variedad de frijol “Blanco Molinero”	46
Figura 8. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el rendimiento en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	48
Figura 9. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el número de vainas por planta en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	51
Figura 10. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el número de granos por vaina en la variedad de frijol “Blanco Molinero”	52
Figura 11. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el número de lóculos por vaina en la variedad de frijol “Blanco Molinero”	54
Figura 12. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el peso de grano seco por planta en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	55
Figura 13. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el peso de 100 semillas en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	57
Figura 14. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el índice de cosecha en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	58
Figura 15. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y dos sistemas de siembra sobre el porcentaje de vainas llenas por planta en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	60
Figura 16. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y dos sistemas de siembra sobre la longitud de grano en la variedad de frijol “Blanco Molinero”	61
Figura 17. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y dos sistemas de siembra sobre el ancho de grano en la variedad de frijol “Blanco Molinero”	62
Figura 18. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y dos sistemas de siembra sobre el espesor de grano en la variedad de frijol “Blanco Molinero”.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Promedios evaluados de las características agronómicas	79
Anexo 2: Promedios evaluados de los componentes de rendimiento.....	80
Anexo 3: Promedios evaluados de calidad de grano	81
Anexo 4: Análisis de varianza características agronómicas.....	82
Anexo 5: Análisis de varianza componentes de rendimiento.....	83
Anexo 6: Costo de producción por hectárea T1 (S0A0)	84
Anexo 7: Costo de producción por hectárea T2 (S0A1)	85
Anexo 8: Costo de producción por hectárea T3 (S0A2)	86
Anexo 9: Costo de producción por hectárea T4 (S0A3)	87
Anexo 10: Costo de producción por hectárea T5 (S0A4)	88
Anexo 11: Costo de producción por hectárea T6 (S1A0)	89
Anexo 12: Costo de producción por hectárea T7 (S1A1)	90
Anexo 13: Costo de producción por hectárea T8 (S1A2)	91
Anexo 14: Costo de producción por hectárea T9 (S1A3)	92
Anexo 15: Costo de producción por hectárea T10 (S1A4)	93
Anexo 16: Cronograma de actividades en campo	94

RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano más cultivada a nivel mundial, siendo de gran importancia en los estratos económicos bajos, por lo que es necesario estudiar el comportamiento de este cultivo mediante la agricultura orgánica. El presente experimento se realizó en el Centro Experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ubicado en Lima, Distrito de La Molina, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de fuentes materias orgánicas (estiércol de vacuno, lombricompost, fast biol y guano de isla) y sistemas de siembra (lampa y matraca) sobre el rendimiento y la calidad de grano seco de frijol var. “Blanco Molinero” bajo sistema de labranza cero y riego por goteo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de dos niveles de sistemas de siembra y cinco niveles de fuentes orgánicas, con cuatro repeticiones. Se evaluaron las variables de rendimiento y sus componentes. Los promedios fueron sometidos al análisis de varianza y a la prueba de comparación de medias de rango múltiple de Duncan. Se obtuvo diferencias altamente significativas en el factor abonamiento, donde el abonamiento con estiércol de vacuno obtuvo el mayor rendimiento, seguido de los abonamientos con fast biol y guano de islas; siendo de menor rendimiento los abonamientos con lombricompost y testigo; no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento con el factor sistema de siembra; no obstante, el sistema de siembra con matraca mostró ser más eficiente respecto al sistema de siembra con lampa, viéndose esto reflejado en la rentabilidad del cultivo donde la mayor rentabilidad se da en los tratamientos sembrados con el sistema de siembra con matraca en comparación a los tratamientos sembrados con el sistema de siembra con lampa. Se concluye que la siembra con matraca es de menor costo e incrementa la rentabilidad.

Palabras clave: Materias orgánicas, sistemas de siembra, rendimiento, frijol, matraca, labranza cero

ABSTRACT

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is the most extensively cultivated pulse worldwide, and it is very important for low-income population. Studying more about its performance under organic agriculture can be considered a priority. A field experiment was set up in the experimental station of the National Institute of Agricultural Innovation (INIA) located in the district of La Molina, Lima. The objective was to evaluate the effect of application of four organic matter sources (cow manure, vermicompost, fast biol and seabird guano), and two seeding systems (shovel and “rattle”) on grain yield and seed quality of common bean var. “Blanco Molinero” under no tillage and drip irrigation. A complete randomized block design with factorial arrangement of two seeding systems and four organic matter sources and one treatment without application, with four replicates, was used. Performance variables and their components were evaluated. The means were subjected to analysis of variance and Duncan's multiple range mean comparison test. The application of organic matter resulted in highly significant differences for grain yield, with cow manure resulting in the highest yield, followed by fast biol and seabird guano, with vermicompost and control fertilization being of lower yield. The seeding system did not affect grain yield; nevertheless, the use of rattle showed to be more efficient than using a shovel, requiring half of the time than the latter, (5 and 10 working days/ha, respectively). This could be also result in a higher crop profitability with the use of rattle. It is concluded that sowing with a rattle is less costly and increases profitability.

Keywords: Organic matter, sowing systems, yield, bean, rattle, zero tillage.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) representa el 50 por ciento de las leguminosas de grano cultivadas para consumo humano a nivel mundial, su producción es casi el doble que la de los garbanzos, el segundo cultivo de leguminosas grano más consumido como alimento. El frijol es una de las fuentes más baratas de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales para millones de personas especialmente de áreas rurales. Es asimismo un cultivo con amplia relevancia social en estratos de bajos ingresos, y de trascendencia económica para quienes lo cultivan (Reyes, 2008). Desde el punto de vista agronómico, como todas las leguminosas cumple un papel importante como mejorador del suelo, por su capacidad de aprovechar e incorporar el nitrógeno atmosférico al suelo (Zaumayer, 1968). En nuestro país, el frijol es también la leguminosa de grano con mayor superficie sembrada, alcanzando en el 2019 una superficie de 73130 ha y un rendimiento promedio de 1191 kg/ha (MINAGRI, 2019).

La agricultura orgánica es una alternativa para disminuir los costos de producción y por tanto mejorar la rentabilidad del cultivo. En el mundo, los productores están adoptando cada vez más la tendencia a utilizar menos productos químicos, como consecuencia del incremento hacia el consumo de alimentos saludables, libre de residuos tóxicos, por ello los estándares de calidad cada vez son mayores.

El uso de abonos orgánicos es una práctica muy usada en los cultivos hortícolas en general. La aplicación de abonos orgánicos en sus diferentes formas es una tecnología sencilla, de bajo costo y al alcance de los agricultores en diferentes zonas del país (Guerrero 1993). La materia orgánica resuelve problemas de fertilidad y mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo favoreciendo el desarrollo de las plantas.

La presente investigación busca evaluar los rendimientos potenciales con la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos en dos sistemas de siembra. Asimismo, se evaluará la rentabilidad del cultivo en estos sistemas de siembra y la aplicación de los diferentes tipos de abonos orgánicos; en consecuencia, se buscará el mejor aprovechamiento en productividad, rentabilidad y adecuado manejo orgánico del cultivo de frijol var. “Blanco Molinero” para las condiciones de La Molina en donde se realiza la investigación.

OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de la aplicación de fuentes materias orgánicas sobre el rendimiento y la calidad de grano seco de frijol var. “Blanco Molinero” bajo sistema de labranza cero y riego por goteo.
- Evaluar la rentabilidad en el cultivo de frijol, var. “Blanco Molinero” en sistemas de producción orgánica en terrenos de Centro Experimental La Molina - INIA; y con herramientas agrícolas (pala o lampa y sembradora manual tipo matraca).
- Determinar la capacidad horaria de trabajo en el uso de las sembradoras manuales (pala o lampa y sembradora manual tipo matraca).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y taxonomía

El frijol es la especie más importante del género *Phaseolus*. Es una planta anual, herbácea y cultivada desde el trópico hasta las zonas más templadas. Los centros de diversificación primaria, basados en argumentos botánicos, ecológicos, arqueológicos, morfológicos y últimamente bioquímicos, según Debouch (1986), fueron tres: centro Centroamericano (eje volcánico en México), centro Norandino (cordillera de los andes en Colombia) y centro Surandino (valles interandinos del Perú).

Según Vilcapoma et al., (1994) la taxonomía del frijol común se encuentra en la siguiente posición:

Reino	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu	Phaseolinae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

2.2. Ecología del cultivo de frijol

El crecimiento de la planta y su posterior desarrollo, así como los incrementos en el rendimiento de cualquier sistema de producción agrícola dependen del cultivo (variedad, genotipo, etc.) habrá que tomarse en cuenta la relación que hay entre el rendimiento y sus componentes. Para un mejor entendimiento del efecto ambiental, deberá comprenderse que los factores externos afectan la dinámica de la formación de los órganos reproductores que son quienes definen el rendimiento (Montes 1998).

2.2.1. Temperatura

El frijol se adapta a las más variadas condiciones de clima y suelo, pero se desarrolla mejor en un clima templado a cálido en un rango de temperatura que va desde los 18 a 26 °C (Valladolid, 1993).

El frijol es una planta originaria de climas cálidos y templados. En zonas templadas y tropicales se adaptan a altitudes que varían desde el nivel del mar hasta 3000 m de altitud. Es muy sensible tanto a las heladas como a las temperaturas altas (más de 30 °C). Las temperaturas mínimas están en relación a las etapas del cultivo, 8 a 12 °C para germinar, de 15 a 18 °C para la floración y de 18 a 20 °C para la formación y desarrollo de vainas. Así las temperaturas mayores de 28 °C en cultivares de adaptación local y sensibles llevados a un medio diferente, causan desarrollo anormal y abscisión de las flores; más aún cuando hay deficiente humedad en el suelo (Chiappe et al., 2003).

Bajo condiciones de la molina se ha encontrado que el número de vainas por planta y el número de granos por vaina generalmente es mayor cuando se siembra en época de invierno; el tamaño de grano también varía de acuerdo a la época de siembra (Gaspar, 1980).

2.2.2. Humedad

En el Perú se encuentran grandes áreas de frijol en zonas desérticas donde la disponibilidad de agua es limitada; los riegos se dan esporádicamente y en un número limitado de veces. Así, el estrés hídrico, que ocurre con frecuencia, tiene su mayor efecto cuando el frijol se encuentra en plena floración y se acentúa en las variedades tardías, debido a que usan mayor tiempo en la movilización de los carbohidratos a las vainas (CIAT, 1994).

La humedad del suelo debe ser bien distribuida durante las diferentes fases del periodo vegetativo, principalmente durante la floración y fructificación (Chiappe, 1992).

En el periodo de floración, la humedad relativa debe ser superior al 50 por ciento. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la alta humedad en el suelo o la alta humedad relativa inducen intumescencia en cultivares de frijol con follaje abundante y con vainas no expuestas directamente al sol (Kay Daysi, 1985).

El efecto del uso del agua por las plantas depende no solo de la cantidad de agua aplicada sino también de la frecuencia de riego. A mayor frecuencia de riego mayor es el número de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y el rendimiento (Salazar, 1969).

Para un adecuado crecimiento, el frijol requiere de 500 a 700 mm de lámina de riego, teniendo en cuenta que estos volúmenes deben ser adecuadamente distribuidos a lo largo del periodo vegetativo, siendo importante mantener una buena humedad en el suelo durante el establecimiento del cultivo y el periodo de floración y fructificación. El manejo del agua será más crítico en las variedades precoces que en las tardías (Del Carpio, 1983).

2.2.3. Luz

La luz es un factor importante en la fotosíntesis, la morfología y la fisiología de la planta. La radiación solar es un factor importante en los procesos físicos, biológicos y bioquímicos que gobiernan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Así el frijol, es un cultivo de días cortos y puede terminar su desarrollo entre 100 y 130 días si no tienen problemas bióticos o abióticos (Sing, 1999).

El rendimiento de una planta, es función de su capacidad fotosintética, lo cual tiene alta correlación con el área foliar. Por tanto, cualquier factor que modifique el área foliar influirá en el rendimiento (CIAT, 1994).

2.2.4. Suelo

Según (Meneses et al., 1996). Indican que el cultivo de frijol se recomienda suelos de textura franca bien drenados, con buena aireación y fertilidad moderada y con niveles aceptables de materia orgánica.

Por la diversidad de cultivares que presenta, el frijol se adapta bien a las diferentes condiciones del suelo, siendo un factor crítico el pH, el cual no debe ser muy alcalino ya que esta especie es muy sensible a pH altos. El pH óptimo para un buen desarrollo está en 5.5 a 7.0 (Chiappe, 1992).

2.3. Rendimiento y sus componentes

Los componentes del rendimiento son los factores morfológicos y fisiológicos que directa o indirectamente intervienen en él. En el frijol los componentes morfológicos más importantes son: el número de ramas por planta; número de nudos por planta; el número de vainas por planta; el número de granos por vaina y el peso seco de los tallos, ramas, vainas y granos; el intercambio neto de CO₂ y la eficiencia de translocación de fotosíntesis (Restrepo y Liang, 1979).

El rendimiento en frijol es una característica cuantitativa; es decir; está condicionado por el efecto combinado de muchos genes donde el ambiente ejerce un gran efecto. Los componentes fisiológicos del rendimiento son controlados individualmente por uno o más genes, posiblemente por varios genes cuantitativos que condicionan el rendimiento (Wallace y Osban, 1977; citado por Villanueva, 2009).

El rendimiento del frijol se debe a causas externas e internas. Entre los factores externos están las plagas, deficiencias en el manejo agronómico y entre los factores internos están las características genéticas de la planta (Rodríguez, 1951).

El peso de 100 granos parece ser menos importante como factor determinante del rendimiento, siempre y cuando los otros componentes del rendimiento tales como: el número de vainas por planta y el número de granos por planta sean significativamente altos (Olivera, 1980).

2.4. Necesidades hídricas del frijol

Doorenbos (1976), sostiene que el déficit de agua durante el periodo de formación de la cosecha da lugar a vainas pequeñas, cortas y descoloridas con frijoles deformados. También es superior el contenido de fibra en las vainas perdiéndose la suavidad de las semillas, un buen rendimiento comercial en ambiente favorable y bajo riego es de 6 a 8 t/ha en verde y de 1.5 a 2 t/ha de semilla seca. La eficiencia de aplicación de agua respecto al rendimiento

cosechado en el caso de frijoles frescos, con 80 a 90 por ciento de humedad es de 1.5 a 2.0 kg/m³ y para frijoles secos, con un 10 por ciento aproximadamente de humedad es de 0.3 a 0.6 kg/m³.

En un ensayo realizado en Palmira, Colombia, se concluyó que cinco riegos, con 350 mm de agua en total son suficientes para producir los máximos rendimientos, además para la producción de frijol la etapa más crítica en cuanto a disponibilidad de agua es la etapa comprendida entre la floración y la fructificación, aproximadamente entre 25 a 55 días después de la siembra (CIAT 1983).

Salazar (1969), estudio el efecto de cuatro frecuencias de riego sobre los rendimientos en el cultivo de frijol Canario Divex 8120. La cantidad de agua aplicada en cada tratamiento fue diferente encontrando:

- Que a mayor frecuencia de riego mayor es la cantidad de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semillas y el rendimiento.
- El mayor consumo de agua se realiza a una profundidad de 0 – 30 cm.
- La eficiencia del uso de agua por las plantas depende no solo de la cantidad de agua aplicada sino también de la frecuencia de riego.
- La existencia de un nivel de humedad del suelo en relación con el clima que sería crítico para la floración.

Arteaga (1982), encontró que un régimen de riego de 2 002 m³/ha con un intervalo de 8 y 18 días siendo el menor valor en la etapa de plena floración, logró un rendimiento del orden de 2334 kg/ha a diferencia de un riego de 2122 m³/ha y 2087 m³/ha los cuales dieron un rendimiento de 1725 y 1024 kg/ha respectivamente.

2.4.1. Beneficios del sistema de riego por goteo

El riego por goteo es uno de los sistemas modernos de aplicación de agua a los cultivos y de avanzada tecnología. Se define como un sistema en el cual el agua se aplica al suelo, directamente sobre la región radicular, en forma de gotas, por medio de emisores o goteros, instalados sobre tuberías de pequeño diámetro (Cadahia, 1998).

Yaque (1994), menciona las siguientes ventajas para el riego por goteo: ahorro de agua, se puede aplicar solo la cantidad necesaria de agua que requiere la planta para su desarrollo,

obteniéndose eficiencias de riego de 80 y 90 por ciento, cuando el sistema es manejado adecuadamente. Bajo requerimientos de mano de obra, en comparación a los sistemas de aspersión y gravedad. La mano de obra se utiliza fundamentalmente para apertura y cierre de válvulas, limpieza de filtros, etc. en muchos casos el sistema puede ser automatizado. Control de malezas y enfermedades del cultivo, que se puede realizar en forma más eficaz y sin costosa mano de obra, debido a que el sistema no humedece la superficie de las plantas, vegetación ni la superficie total del suelo.

Domínguez (1993), señala que el sistema de riego por goteo tiene las desventajas: obstrucción y taponamiento de los emisores, debido fundamentalmente a que las salidas de agua son muy pequeñas y en consecuencia son fácilmente obturados por partículas inorgánicas, materia orgánica, algas, abonos no disueltos o precipitados, etc. Limitado desarrollo radicular, debido a que en riego por goteo las raíces se encuentran dentro del “bulbo húmedo”, el cual, si es demasiado pequeño, el enraizamiento de las plantas resulta insuficiente, trayendo consigo una disminución de los rendimientos y que las plantas puedan caerse. Acumulación de sales, las cuales tienden a concentrarse en la superficie del suelo, y en caso de ocurrir lluvias, estas serán arrastradas hasta la zona de raíces. También se acumulan las sales en las zonas periféricas al “bulbo húmedo” de cada emisor. Durante el intervalo de un riego y otro, normalmente se presenta un movimiento de sales desde el bulbo húmedo hacia el emisor, ante lo cual, se debe tener en cuenta que, al aplicar los riegos, se deberá aplicar una mayor cantidad al suelo a fin de llevar las sales acumuladas fuera de la zona de las raíces. Alto costo e inversión inicial, que limita su uso a cultivos rentables. En países donde se desarrolla la agricultura con bajos precios de los productos y con bajos rendimientos, el costo inicial de este sistema de riego resulta alto y no está al alcance de los agricultores. Requiere altos niveles tecnológicos para su manejo adecuado y estricto.

2.5. Labranza cero o siembra directa

El no laboreo consiste en sembrar cultivos en suelos previamente no preparados abriendo una ranura, surco o banda estrecha solamente del ancho y la profundidad suficiente para obtener una cobertura adecuada de la semilla. No se realiza ninguna otra preparación del terreno. El laboreo es innecesario gracias al uso de herbicidas para controlar las malezas y los pastos indeseables. Este método ofrece ventajas significativas tales como: mayores rendimientos, menores costos de producción, mejor retención de la humedad del suelo,

menor erosión por viento y agua, menor perjuicio para el suelo por el uso de la máquina (Cruz, 2011).

Cero labranza o siembra directa es definida como el sistema de preparación de la cama para la semilla, donde esta es introducida dentro de suelo no mecanizado, con este método se eliminan todas las operaciones de presiembra (Cruz, 2011).

2.5.1. Herramientas agrícolas usadas en labranza cero

Todos sabemos que para desarrollar las actividades agrícolas se debe disponer de una serie de herramientas sencillas de uso necesario o indispensable para el buen funcionamiento de las labores del suelo. Por lo tanto, las herramientas hay que seleccionarlas, tomando en cuenta el uso para el cual fueron confeccionadas. Entre las más principales se tiene:

Cuadro 1: Herramientas agrícolas usadas en labranza cero

Usos	Herramientas					
	Azada	Azadón	Rastrillo	Coa	Machete	Trinche
Limpiar o cortar maleza	✓	✓			✓	
Abrir huecos				✓		
Arar terreno						✓
Sacar piedras				✓		
Desmenuzar tierra	✓	✓	✓			✓
Levantar surcos	✓	✓				
Aporcar	✓	✓				
Cubrir semilla			✓			
Recoger maleza			✓		✓	
Incorporar residuos de cosecha						✓

2.5.2. Cuidado y conservación de las herramientas

Mantener las herramientas y el equipo en excelentes condiciones de limpieza.

En el caso de las herramientas, éstas deben estar siempre listas para: afiladas, enderezadas.

Si las herramientas no se van a usar enseguida, sino que se dejarán para otra ocasión hay que guardarlas en su lugar correspondiente.

2.6. Sistemas de siembra directa

La siembra directa es una práctica común en muchos lugares tropicales del mundo, si bien esa terminología no se usa con frecuencia, existen diferentes sistemas de siembra.

2.6.1. Siembra manual

- **Palo plantador o espeque**

En América Latina el palo plantador o espeque es usado comúnmente para sembrar maíz y sorgo, los frijoles o arroz en secano que por lo general son sembrados al voleo sobre la superficie cubierta de residuos, sin ninguna preparación de la tierra. La semilla cae a través de la cobertura de residuos y germina con la humedad del suelo bajo esos residuos (FAO, 2012).

- **Pala o lampa**

Es una herramienta que consta de dos partes: la pala o cuchara, propiamente dicha y el mango. La cuchara varía en su forma de acuerdo con el uso que se le da. Tiene diferentes tipos de usos entre ellos tenemos: abrir huecos en la tierra para colocar la semilla, eliminar basura, desmalezar; hacer mezclas de arena, tierra y estiércol, etc.

- **Sembradora manual o matraca**

Es una herramienta manual construida de madera y metal, con un recipiente para el depósito de semillas y otro para fertilizante. Permite sembrar maíz u otros granos sin roturación previa del terreno.

La sembradora manual o matraca facilita esta acción en suelos con diferentes coberturas y pendientes. Siembra y fertiliza diferentes tipos de semillas agrícolas. Presenta alto rendimiento (cuatro jornales para sembrar una hectárea en arveja) y gran aceptación por parte de los agricultores.

Una parte de la atracción de las sembradoras matraca es que no requieren acceso a potencia animal o motriz, son de bajo costo, livianas y fáciles de utilizar, si bien es necesario tener cierta capacidad para su manejo. Son usadas indistintamente por hombres y mujeres, lo cual aumenta la disponibilidad de mano de obra de los pequeños agricultores, aunque

recordamos, sin embargo, que la labranza cero en pequeña escala reduce la necesidad de mano de obra (FAO, 2012).

Al plantar las semillas en huecos hay un disturbio mínimo del suelo de modo que la germinación de las semillas de las malezas se reduce considerablemente; esto da lugar a una menor necesidad de escardar entre las plantas. Las dimensiones reducidas de los aparatos los hacen adecuados para operar en zonas de laderas, pedregosas o con troncos y para la siembra intercalada (ejm., siembra de frijol entre surcos de maíz) y para sembrar en zonas de barbechos.

Su uso es apropiado para suelos livianos ya que la penetración en algunos suelos pesados sin labranza es dificultosa. Cuando se trabaja en condiciones húmedas es posible que, en algunos suelos arcillosos, el suelo se adhiera a las láminas y la cobertura de las semillas pueda ser afectada por los huecos en forma de V y por el disturbio mínimo. Esta limitación ocurre frecuentemente con las ranuras continuas en forma de V y no está limitada a los huecos comunes (FAO, 2008).

2.6.2. Siembra a tracción animal y para tractor de un eje

Se han diseñado implementos para la siembra directa para tracción animal y para tractores de un eje a fin de manejar los residuos sobre la superficie del suelo y al mismo tiempo sembrar y posiblemente también fertilizar. Estas sembradoras directas constan de los siguientes elementos:

- Un disco para cortar los cultivos cobertura o los residuos de cultivos y abrir una ranura en el suelo.
- Un abridor de surcos, por lo general un cincel, para colocar el fertilizante.
- Ruedas para controlar la profundidad de siembra y eventualmente presionar el surco sembrado
- Ruedas para presionar y cerrar la ranura a fin de asegurar un buen contacto entre el suelo y la semilla.

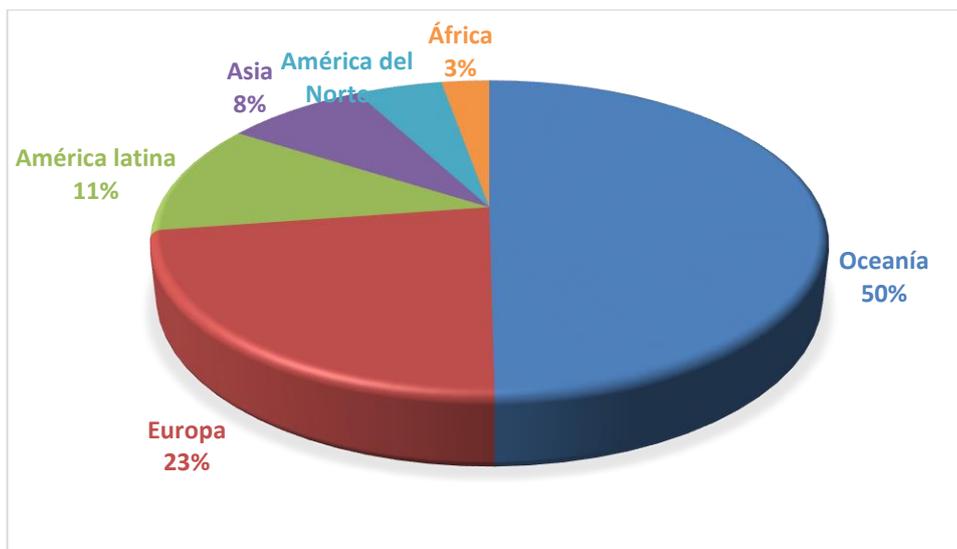
2.7. Agricultura orgánica

2.7.1. Definición

Existen distintas definiciones para la agricultura orgánica, biológica o ecológica según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Unión Europea (UE), Estados Unidos de América, la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), entre otros; aun cuando todas coinciden que es un método que consiste en la gestión del ecosistema en vez de la utilización de insumos agrícolas.

En el Perú, la legislación nacional según el DS 044-2006-AG del Reglamento Técnico para los Productos Orgánicos, denomina a la agricultura orgánica como un método holístico de gestión de la producción agrícola que fomenta y mejora la salud del agroecosistema y en particular la biodiversidad los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo (CONAPO, 2006).

La IFOAM define a la agricultura orgánica como un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos; asimismo, la agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente, promover relaciones justas y la buena calidad de vida para todos los que participan en ella (Ugás, 2009). Por otra parte, en los últimos años se ha producido un aumento creciente en la demanda de productos orgánicos, por esta razón, en el 2019 la superficie bajo agricultura orgánica se ha extendido hasta 72.3 millones de hectáreas, distribuidas en alrededor de 187 países en el mundo. En la figura N° 1 se muestra el área total de manejo orgánico a nivel mundial.



FUENTE: FiBL-Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (edición 2021).
 Figura 1. Porcentaje de área total manejada de manera orgánica a nivel mundial 2019.

Según la Red de Acción en Alternativas para el uso de Agroquímicos (RAAA, 2002), la agricultura orgánica tiene como propuesta alimentar el suelo para que los microorganismos que ahí están presentes, después de atacar a la materia orgánica y mineral que se incorporen, tomen los nutrientes asimilables que ellas contienen, y puedan ser absorbido por las raíces de las plantas para propiciar su desarrollo y fructificación. Actualmente, se ha incrementado el uso de fertilizantes orgánicos debido a que el uso de ellos tiene el objetivo más amplios e integrales, es decir no solo el de aumentar la producción de los cultivos sino también el de aumentar la productividad del suelo a largo plazo.

2.8. Abonos orgánicos

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Pueden ser residuos de cultivos dejados en campo después de la cosecha, cultivos para abonos verdes (leguminosas fijadoras de nitrógeno), restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas, desechos domésticos (basura de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados; etc. (Buzón, 1996; citado por Iparraguirre, 2007). En el Cuadro N° 1 se muestran los diferentes tipos de abonos orgánicos según la fuente de nutrientes y el grado de procesamiento.

Cuadro 2: Tipos de abonos orgánicos

Fuente de nutrientes	Grado de procesamiento	Sólidos	Líquidos
Materia orgánica	Sin procesar	Desechos vegetales	Efluentes: pulpa de café, agua miel de café
		Desechos animales: gallinaza, estiércol fresco de vacuno, cerdo y cuy	
	Procesados	Compost	Biofermentos
		Lombricompost	Té de compost
		Bokashi	Ácidos húmicos
Microorganismos		Ácidos húmicos	Té de estiércol
			Extractos de algas
		Biofertilizantes inoculantes en turba de <i>Rhizobium</i> para leguminosas, micorrizas, <i>Bacillus subtilis</i> .	Biofertilizantes líquidos ME o microorganismos benéficos, etc.

FUENTE: Soto, 2003 citado por Iparraguirre (2007).

En cuanto a los abonos orgánicos líquidos resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles, funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas porque son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal, y pueden ser un buen complemento en la fertilización integral aplicada al suelo (RAAA, 2002).

Mediante una fermentación anaerobia, la materia orgánica produce un residuo orgánico de excelentes propiedades fertilizantes, siendo la descomposición en promedio del bioabono 8,5 por ciento de materia orgánica, 2,6 por ciento de nitrógeno, 1,5 por ciento de fósforo, 1,0 por ciento de potasio a un pH de 7,5 (Botero y Preston, 1987). Asimismo, dentro de las bondades que presentan los abonos orgánicos, conocidos como bioabonos sólidos o líquidos estos no poseen mal olor, a diferencia del estiércol fresco, tampoco atrae moscas y puede aplicarse directamente al campo en forma líquida, en las cantidades recomendadas (McCaskey, 1990).

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, y cada vez más, se están utilizando en cultivo intensivos. Su importancia radica en mejorar diversas características físicas,

químicas y biológicas del suelo y, en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental aumentando la capacidad que posee el suelo para absorber los distintos elementos nutritivos (Infoagro, 2007).

Una característica muy particular de los fertilizantes orgánicos es que los nutrientes, a excepción del potasio, se encuentran predominantemente en forma orgánica y por lo tanto en forma insoluble, en particular en los residuos sólidos.

Por el contrario, aquellos presentes en los residuos líquidos están presentes en forma soluble; por lo tanto, para ser absorbidos por las plantas deben transformarse a la forma inorgánica mediante la descomposición de la materia orgánica o mineralización. Así se produce una lenta liberación de nutrientes para la solución del suelo (Montaño, 2000).

Además, el uso de fertilizantes orgánicos representa una serie de ventajas no solo desde el punto de vista físico, químico y biológico, sino también permite un uso más eficiente de recursos que de otra forma podrían contaminar las aguas. Al mismo tiempo, posibilitan un ahorro de recursos naturales minerales sin renovación y de existencia limitada. Sin embargo, el contenido de nutrientes de los fertilizantes orgánicos es muy bajo en comparación con los fertilizantes minerales; no obstante, es un aporte significativo en micronutrientes ejerciendo determinados efectos sobre el suelo, aumentando su fertilidad (Montaño 2000).

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines, que conlleven la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas (Fundación MCCH).

Según Rafiq (1993) citado por Chirinos (2005), señala que los medios orgánicos disponibles para mantener o mejorar la fertilidad de los suelos sin el uso de fertilizantes sintéticos, tienen serias repercusiones sobre la intensidad de la cosecha y sobre la rentabilidad neta. La producción orgánica exige un nivel más elevado de habilidad respecto a la producción convencional, por lo que es necesario contribuir a la investigación sistemática que brinde pautas y directrices para cambiar de la producción convencional a la orgánica.

En general los abonos orgánicos se esparcen durante la preparación del terreno y se incorporan al mismo, como abonados de fondo. En la dosis de estercolados de los sistemas hortícolas intervienen aspectos como el contenido de materia orgánica del suelo, la hortaliza, etc. como término medio viene a emplearse cantidades comprendidas entre 10 y 30 t/ha. Cuando es usado apropiadamente el estiércol animal puede ser un recurso valioso para nutrientes a la planta y materia orgánica mejorada de la producción y calidad del suelo (Maroto, 1986).

Gross (1992) sostiene que, aunque el objeto de la aplicación de la materia orgánica es la mejora y la conservación de las condiciones físicas del suelo, no debe despreciarse nunca su papel como suministrador de nutrientes, pero mucho menos cuando las aportaciones de productos orgánicos son importantes.

2.8.1. Estiércol de vacuno

Son el excremento de animal, en este caso vacuno, que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que estos consumen. En general los estiércoles en promedio tienen 0,5 por ciento de nitrógeno, 0,25 por ciento de fósforo y 0,5 por ciento de potasio; es decir, los estiércoles son generalmente pobres en fósforo con relación al nitrógeno y al potasio (Guerrero, 1993).

Labrador (2001) sostiene que el estiércol está formado por una mezcla de la cama de los animales y de deyecciones que ha sufrido fermentaciones más o menos avanzadas en el establo y después en el estercolero. La composición varía entre límites amplios según la naturaleza de la cama, la proporción de pajas y de deyecciones, la alimentación de los animales, la fertilización que haya realizado el agricultor, la forma de explotación del ganado, el procedimiento de preparación del estiércol, los cuidados para conservarlo, su estado de descomposición.

Comparando el estiércol de vacuno contra otros estiércoles cabe mencionar que este es menos rico que el estiércol de caballo y, el de caballo, a su vez menor que el estiércol de oveja. El estiércol de aves es cinco veces más rico que el de vacuno, especialmente en fósforo y calcio (Domínguez, 1997; Gross, 1992).

El estiércol de vacuno se descompone más lento, al igual que el estiércol de cerdo, por su mayor contenido de humedad (orines) y menor contenido de heces en comparación con el

estiércol de caballo y el de oveja cuya descomposición es más rápida en el almacenamiento (Guerrero, 1993).

Los estiércoles tienen un pH en el rango de 6,5 a 7,5. El estiércol de vacuno es el estiércol que se produce en mayor cantidad, en comparación con las demás especies animales del que se obtiene muy poca cantidad del tradicional estiércol de granja (Simpson, 1986).

2.8.2. Guano de islas

El guano de islas es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes. Consiste en una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., el cual permite mantener sus componentes al estado de sales. Una de sus principales propiedades es que conserva un lugar de preferencia entre los abonos orgánicos comerciales debido a su producción y a sus cualidades fertilizantes excepcionales (Guerrero, 1993).

Las ventajas de este abono son:

- Abono de alta calidad por los altos niveles de NPK contenidos, además de otros elementos menores.
- No deteriora los suelos por el contrario tiene una acción benéfica sobre la vida de los suelos, y lo más importante, es un abono natural no contaminante.

2.8.3. Vermicompost, lombricompost o humus de lombriz

El lombricompost (humus) es un producto granulado, de coloración oscura, liviano sin olor, es bastante rico en enzimas y sustancias hormonales, tiene un gran contenido de fauna microbiana que se encarga de descomponer el material muerto animal o vegetal, es un buen fertilizante orgánico que va a corregir y mejorar el suelo al ser incorporado en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Mosquera, 2010, p. 16)

Es uno de los abonos orgánicos de mejor calidad debido a su efecto en las propiedades biológicas del suelo, debido a la gran flora que contiene. Además, por su alto contenido de ácidos fúlvicos favorece la acumulación de nutrientes minerales por las plantas. También permite mejorar la estructura del suelo favoreciendo la aeración, permeabilidad, retención

de humedad y disminuyendo la compactación del suelo; además los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica, (Guerrero, 1993).

Ferruzzi (1987), sostiene que el vermicompost es el mejor abono orgánico porque su pH es casi neutro y además cada gramo de humus contiene dos billones de colonias de bacterias. También señala que, aunque se aplique en dosis altas no quema a la planta, ni siquiera a las más tiernas.

El vermicompost en sus diferentes acepciones se define como el producto final resultante del proceso de vermicompostaje, que presenta unas óptimas condiciones físicas, un contenido variable de materia orgánica parcialmente humificada, con contenidos variables de nutrientes y sustancias fitoregulatoras del crecimiento y que puede ser almacenado sin posteriores tratamientos ni alteraciones (Saavedra, 2007).

Saavedra (2007), sostiene que el vermicompostaje es un proceso de biooxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica mediada por la acción combinada de lombrices y microorganismos, mediante el cual se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado **vermicompost, lumbricompost, compost de lombriz o humus de lombriz**.

Dentro de sus efectos, según Saavedra (2007) tenemos:

- Presenta elevados contenidos en materia orgánica en los vermicomposts (entre 10 – 60 por ciento), parte de la cual se encuentra parcialmente humificada (ácidos húmicos y fúlvicos).
- Reduce la densidad aparente y aumenta el tamaño de los poros del suelo, favoreciendo la penetración de agua y la permeabilidad del aire, estimulando de esta forma el crecimiento del sistema radicular de las plantas.
- Favorece el aumento del pH en suelos ácidos y una disminución del mismo en los suelos alcalinos. La capacidad tampón (buffer) de los vermicompost impide, por una parte, la movilización de metales pesados en suelos ácidos y por otra, aumenta la asimilabilidad de nutrientes en suelos alcalinos.
- Los vermicomposts de residuos orgánicos contienen nutrientes a concentraciones variables.

- Los vermicomposts pueden presentar concentraciones elevadas de micronutrientes esenciales para la planta (Fe, Mn, Cu, Zn, B), por lo que su aplicación agronómica produce aumentos en la producción.
- Presentan sustancias con carácter fitohormonal, que estimulan el crecimiento de los cultivos.
- Aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

2.8.4. Fast Biol

Es un biofertilizante que se obtiene a partir de excretas de vacuno utilizando una técnica en la cual se produce un biol pero en un menor tiempo debido a la utilización de un consorcio microbiano (B-Lac), elaborado de cepas seleccionadas de bacterias probióticas del género *Lactobacillus*; el cual activa y acelera la descomposición de la materia orgánica, obteniéndose un fertilizante rico en nutrientes incluso más que un biol comercial (Peralta, 2010).

Según Restrepo (2005), los biofertilizantes o bionutrientes son fertilizantes de origen orgánico, obtenidos por extracción o biofermentación. Se obtienen a partir de fuentes orgánicas ricas en nutrientes, tales como plantas verdes, estiércoles de animales o materiales minerales o sometidos a la acción de microorganismos o levaduras para obtener un material rico en nutrientes.

En general, los biofertilizantes son el producto de la fermentación de sustancias orgánicas en agua y sirven para estimular y activar la nutrición y la resistencia de las plantas a los ataques de insectos y enfermedades.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área experimental

3.1.1. Ubicación

El presente experimento se realizó en el lote 4 del Centro Experimental La Molina del INIA, ubicado en el distrito de La Molina, provincia y departamento de Lima. El centro se ubica fisiográficamente en el valle del Rímac. El ensayo se realizó entre los meses de agosto a diciembre del 2012.

Ubicación geográfica

Latitud: 12° 4' 24"
Longitud: 76° 56' 10"
Altitud: 241 m.s.n.m.

3.1.2. Historial del campo

Conforme a los registros del INIA La Molina, los cultivos que precedieron al presente experimento fueron:

Cuadro 3: Cultivos anteriores al experimento

Campaña	Cultivo	Manejo
2010	Frijol Panamito	Convencional, sin remoción de tierra
2011	Maíz chala, dos campañas	Orgánico, Labranza cero.
2012	Crotalaria	Orgánico, Labranza cero.

3.1.3. Suelo experimental

El suelo del campo experimental pertenece al subgrupo *Ustic Torrifluvents* y muestra una clase textural franca. Esta textura corresponde a suelos donde no domina en exceso ninguno de las fracciones; están en un punto de equilibrio adecuado para la agricultura.

El suelo de la capa arable (0 – 20 cm) fue muestreado 30 días antes de la siembra, y enviado al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (LASPAF-UNALM) para el análisis fisicoquímico. Los resultados del análisis de caracterización se resumen en el cuadro 4. El contenido de materia orgánica es bajo. Se puede deducir que las propiedades físicas y químicas dependen más de la clase textural que de la materia orgánica.

Cuadro 4: Análisis físico-químico del suelo experimental

Característica	Valor	Calificación
Arena (%)	51	
Limo (%)	32	
Arcilla (%)	17	
Clase textural	--	Franco
pH en H ₂ O (1:1)	7,16	Ligeramente alcalino
CE (1:1) (dS m ⁻¹)	4,5	Fuertemente salino
CaCO ₃ (%)	0	No calcáreo
Materia orgánica (%)	1,38	Bajo
Fósforo disponible (mg kg ⁻¹)	17,5	Alto
Potasio disponible (mg kg ⁻¹)	233	Alto
CIC (cmol _c kg ⁻¹)	14,08	Alto
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	12,29	Alto
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,22	Bajo
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,49	Alto
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,09	Muy bajo
Al ³⁺ + H ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,0	Nulo
PSB (%)	100	Alto

FUENTE: LASPAF-UNALM

El pH del suelo es ligeramente alcalino (7,16), aceptable para el cultivo. La disponibilidad de algunos nutrientes para las plantas se puede ver afectada debido al rango de pH (Fe, Mn, Cu, Zn y P). El suelo tiene grandes problemas de salinidad con una conductividad eléctrica CE (1:1) (dS m⁻¹) (fuertemente salino), esto puede ser debido al manejo del campo (labranza cero y riego por goteo).

Con respecto al CIC, tiene un nivel característico según la textura y según la cantidad y tipo de arcilla; estos aportan el CIC. Un suelo franco suele tener 15 cmol_c kg⁻¹ de suelo en promedio, el cual coincide con los resultados del análisis. Las relaciones catiónicas de calcio (Ca) y magnesio (Mg) está un poco por encima de lo normal (hipomagnésico) y la relación

calcio (Ca) y potasio (K), también está elevada mostrando déficit de potasio (hipopotásico). Puede haber riesgo de carencia de magnesio (Mg), no hay exceso proporcional de potasio (K) y el sodio (Na) cambiante es muy bajo. Con respecto al fósforo (P), tiene un nivel alto, el potasio (K) disponible es medianamente alto.

3.1.4. Condiciones meteorológicas

La Molina está ubicada en la zona media del valle del Rímac; de clima subtropical costero; con alta humedad relativa y escasa precipitación pluvial, y de clasificación desierto subtropical árido caluroso. Los datos meteorológicos fueron proporcionados por el observatorio meteorológico “Alexander Von Humboldt” de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Las condiciones meteorológicas (agosto-diciembre) que se dieron durante el desarrollo de las plantas de frijol se indica en el Cuadro 5.

La temperatura mínima fue de 10,7 °C y la temperatura máxima de 25,2 °C en los meses de setiembre y octubre respectivamente, los cuales se encuentran fuera del rango de temperatura óptima establecidos para el cultivo de frijol, según Chiappe (1981), el frijol crece bien en temperaturas de 17 °C a 29 °C. Según promedios de temperatura los valores oscilaron entre 14,3 °C hasta los 22,8 °C, el periodo en el cual se ha desarrollado el frijol se acerca al rango recomendado, sin embargo, se presentaron temperaturas bajas acompañado de una alta humedad relativa promedio de 85,8 por ciento.

En el primer mes del cultivo se registró alta humedad relativa incluso llegando a valores de 96,4 por ciento, esto se presentó generalmente en las mañanas, hasta disminuir a 71,9 por ciento, la alta presencia de humedad ambiental pudo haber favorecido la alta incidencia de chupadera en las plántulas.

Cuadro 5: Datos meteorológicos de la estación “Alexander Von Humboldt” de la UNALM

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Heliofanía (Horas de sol)
	Mínima	Máxima	Promedio		
Agosto	14,30	19,00	16,30	87,40	17,60
Setiembre	14,50	19,80	17,10	88,00	70,80
Octubre	14,70	21,20	17,80	85,20	109,00
Noviembre	15,80	22,70	19,10	83,40	131,10
Diciembre	16,70	22,80	19,80	85,20	17,70
Promedio	15,20	21,10	18,02	85,84	69,24

3.1.5. Material vegetal evaluado

En el presente experimento se empleó el frijol común variedad “Blanco Molinero”. Es una variedad de alta calidad de grano principalmente para uso en verde, precoz, y de alto rendimiento, evaluada y seleccionada por el Programa de Leguminosas de la UNALM.

Características de la variedad:

Nombre del cultivar:	"Blanco Molinero"
Patrón de crecimiento:	Determinado
Habito de crecimiento:	Tipo I
Días a la floración:	38
Periodo vegetativo (días):	110
Granos por vaina:	05-06
Rendimiento de grano (kg/ha):	2000

Se adapta a los valles de la costa central en siembras de primavera. Es una variedad resistente a virus del mosaico común del frijol (BCMV), a roya (*Uromyces appendiculatus*) y oidiosis (*Erysiphe polygoni*); susceptible a nematodos (*Meloidogyne* sp) y pudriciones de la raíz (*Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*) y a otras plagas importantes en la costa.

3.2. Materiales

Se mencionan los materiales utilizados para la instalación y evaluación del ensayo.

3.2.1. Instalación del ensayo

- Wincha
- Estacas de madera
- Yeso
- Rafia, lápiz, plumón, masking tape,
- Bolsas, cartulina,
- Balanza electrónica,
- Cuerda, otros.

3.2.2. Evaluación del ensayo

- Cartillas de evaluación, regla, lapiceros, bolsas de papel Kraft, estufa, balanza de precisión (gramos), bolsas, navaja, vernier (mm), otros.

3.3. Factores en estudio

3.3.1. Factor S (sistemas de siembra)

Se ensayaron dos sistemas de siembra, para el cálculo de la capacidad horaria de trabajo (jornales por hectárea), debido a que las unidades experimentales eran muy pequeñas se realizaron los cálculos del avance de siembra (tiempo sobre área) en el mismo campo donde se realizó el experimento, se separaron tres hileras de 100 metros lineales, donde se marcó cada hilera a la mitad (50 metros lineales) y se realizó el ensayo efectuando la siembra por cada factor de siembra (siembra con lampa y siembra con matraca).

a) Siembra con lampa

Es uno de los métodos tradicionales de siembra para pequeños agricultores, en la cual se utilizó una pequeña lampa colocando de 3 a 4 semillas por golpe, a una profundidad de 5 a 7 cm y a una distancia de 15 cm de la línea de riego para ambos lados.

b) Siembra con matraca

Es una herramienta de mano que permite sembrar de pie y en forma más rápida que con cualquier otra herramienta manual. La matraca tiene dos largos brazos unidos por una

bisagra para formar una V con una punta aguda. Esta punta se clava en el suelo y al cerrar los brazos en V el extremo se abre liberando las semillas al suelo previamente reguladas (3 a 4 semillas) por el operador, al mismo tiempo una nueva carga de semillas es recargada en el sistema de entrega. La sembradora se clava en el suelo a cada paso del operador a un espaciamiento deseado (30 cm) y una profundidad de 5 a 10 cm, dependiendo de la fuerza aplicada por el operador.

3.3.2. Factor A (abonos)

Se ensayaron las siguientes fuentes orgánicas

Estiércol de vacuno. Proporcionado por el programa de vacunos de la facultad de zootecnia. La dosis de aplicación es de 10 t/ha.

Guano de islas. Proporcionado por el Laboratorio e Invernadero de Fertilidad del Suelo de la facultad de agronomía. La dosis de aplicación es 1 t/ha.

Vermicompost. Proporcionado por Taller de Conservación de Suelos y Agricultura Sustentable (CONSAS) de la facultad de agronomía. La dosis de aplicación es 10 t/ha.

Fast biol. Proporcionado por el laboratorio de biorremediación del Departamento de Biología de la UNALM. La dosis de aplicación es 15 ml/l, con gasto total de 42 l/ha distribuidas en siete aplicaciones.

En el cuadro 6, se presenta la cantidad de abono utilizado en el ensayo.

Cuadro 6: Cantidad de abono utilizado en el ensayo

Niveles del factor abonamiento	Cantidad abono/ha	Dosis	Cantidad abono/trat	Cantidad abono/surco	Cantidad total/factor abono
Testigo	0	0	0	0	0
Estiércol de vacuno	10 t/ha	1,0 kg/m ²	18 kg	4,5 kg	144,0 kg
Fast biol	42 l/ha	4,2 ml/m ²	75,6 ml	18,9 ml	604,8 ml
Lombricompost	10 t/ha	1,0 kg/m ²	18 kg	4,5 kg	144,0 kg
Guano de isla	1 t/ha	0,1 kg/m ²	1,8 kg	0,45 kg	14,4 kg

Cuadro 7: Características químicas de los abonos orgánicos ensayados

Características	Estiércol de vacuno	Guano de isla	Lombricompost
pH (H ₂ O 1:1)	7,90	6,50	7,09
C.E. (dS m ⁻¹)	16,80	19,40	3,90
Humedad (%)	14,70	21,90	28,84
Materia orgánica (%)	56,28	44,67	39,57
N (%)	1,84	10,00	1,58
P ₂ O ₅ (%)	1,85	10,00	2,11
K ₂ O (%)	4,09	2,00	0,29
CaO (%)	1,87	8,00	6,22
MgO (%)	1,02	5,00	1,33
Na (%)	0,56	1,07	0,12
Fe (mg kg ⁻¹)	n.d.	320	9503
Mn (mg kg ⁻¹)	n.d.	200	409
Zn (mg kg ⁻¹)	n.d.	20	299
Cu (mg kg ⁻¹)	n.d.	240	129
B (mg kg ⁻¹)	n.d.	160	105

FUENTE: LASPAF-UNALM

Características de los abonos orgánicos en estudio

Los análisis químicos de los abonos orgánicos empleados se muestran en el cuadro 8. Los abonos orgánicos ensayados aportan diferentes grados de nutrientes. Con respecto al nitrógeno total, el guano de islas tiene mayor aporte por su formación y origen este guano es el mejor dotado de nutrientes comparado con otros abonos orgánicos, en segundo lugar, se encuentra el estiércol de vacuno seguido del lombricompost y fast biol. Para el porcentaje total de fósforo, el aporte de guano de isla es mayor, seguido del lombricompost, estiércol de vacuno y fast biol. El estiércol de vacuno presenta mayor aporte de potasio seguido del guano de isla, fast biol y por último el lombricompost. En su mayoría los abonos orgánicos utilizados tienen un pH cercano al neutro, solo el fast biol por su naturaleza tiene un pH ácido 3,85, seguido del guano de isla 6,5, lombricompost 7,09 y estiércol de vacuno 7,90.

Un abono orgánico sólidos es aceptado con una máxima de 35 por ciento de humedad. La mayor cantidad se presenta en el lombricompost, seguido del guano de isla y estiércol de vacuno; todos se encuentran dentro del rango de humedad aceptable.

Cuadro 8: Análisis de materia orgánica líquida Fast biol

Características	Fast biol
pH	3,8
C.E. (dS m ⁻¹)	27,2
Solidos totales g/L	141,4
M.O. en solución g/L	109,0
N total mg/L	2318,4
P ₂ O ₅ total mg/L	1646,89
K ₂ O total mg/L	11659,61
CaO total mg/L	3563,0
MgO total mg/L	1791,7
Na total mg/L	657,5
Fe total mg/L	120,53
Cu total mg/L	1,78
Zn total mg/L	20,30
Mn total mg/L	17,73
B total mg/L	6,99

FUENTE: LASPAF-UNALM

El guano de isla tuvo mayor contenido de CaO, seguido del lombricompost, estiércol de vacuno y fast biol. Para el contenido de MgO el guano de isla presenta mayor cantidad, seguido del lombricompost, estiércol de vacuno y fast biol. El contenido de sodio es mayor en el guano de isla seguido del estiércol de vacuno, lombricompost y fast biol. Para la conductividad eléctrica los contenidos son altos, mayor para la materia orgánica líquida (fast biol) seguido por los abonos orgánicos sólidos como el estiércol de vacuno, guano de isla y lombricompost. Para el caso de los abonos orgánicos sólidos, el abono con más de 10 dS/m C.E. es aceptable si es mezclado con un suelo que tengan baja C.E., con suelo de alta C.E. (mayor a 2 dS/m) resulta perjudicial.

La caracterización de los micronutrientes se encuentra en el Cuadro N° 7 y 8 Se puede observar que en general la materia orgánica sólida (lombricompost y el guano de isla) tienen mayor contenido de micronutrientes que la materia orgánica líquida (Fast biol).

3.4. Tratamientos ensayados

Los tratamientos utilizados son el resultado de la combinación de dos factores, sistemas de siembra y los abonamientos, respectivamente.

A continuación, se presentan el cuadro con los tratamientos:

Cuadro 9: Tratamientos experimentales

Tratamientos	Código	Sistema de siembra (Factor S)	Abonamientos (Factor A)
T1	S0A0	Lampa	Testigo (T)
T2	S0A1	Lampa	Estiércol de vacuno (EV)
T3	S0A2	Lampa	Fast biol (FB)
T4	S0A3	Lampa	Lombricompost (LC)
T5	S0A4	Lampa	Guano de isla (GI)
T6	S1A0	Matraca	Testigo (T)
T7	S1A1	Matraca	Estiércol de vacuno (EV)
T8	S1A2	Matraca	Fast biol (FB)
T9	S1A3	Matraca	Lombricompost (LC)
T10	S1A4	Matraca	Guano de isla (GI)

3.5. Características del diseño experimental

Tratamientos: 10

Repeticiones: 4

Unidades experimentales: 40

Parcela

Largo de la parcela: 6 m

Ancho de la parcela: 3 m

Área por parcela: 18 m²

Número de parcelas: 40

Bloques

No de bloques: 4

No de parcelas por bloque: 10

Largo del bloque: 6 m

Ancho del bloque: 30 m

Área del bloque: 180 m²

Calles

Ancho de calle: 1 m

Largo de calle: 30 m

Nº de calles: 3

Área de calle: 30 m²

Área total de experimento: 810 m²

Densidad

Largo de línea de siembra: 6 m

Distanciamiento entre líneas de siembra: 0,75 m

Número de líneas de riego por parcela: 4

Número de hileras de plantas por línea de riego: 2

Distanciamiento entre golpes: 0,3 m

Número de golpes por línea de riego: 42

3.5.1. Disposición de los tratamientos en campo

La distribución de los tratamientos en campo se puede apreciar en la figura 2.

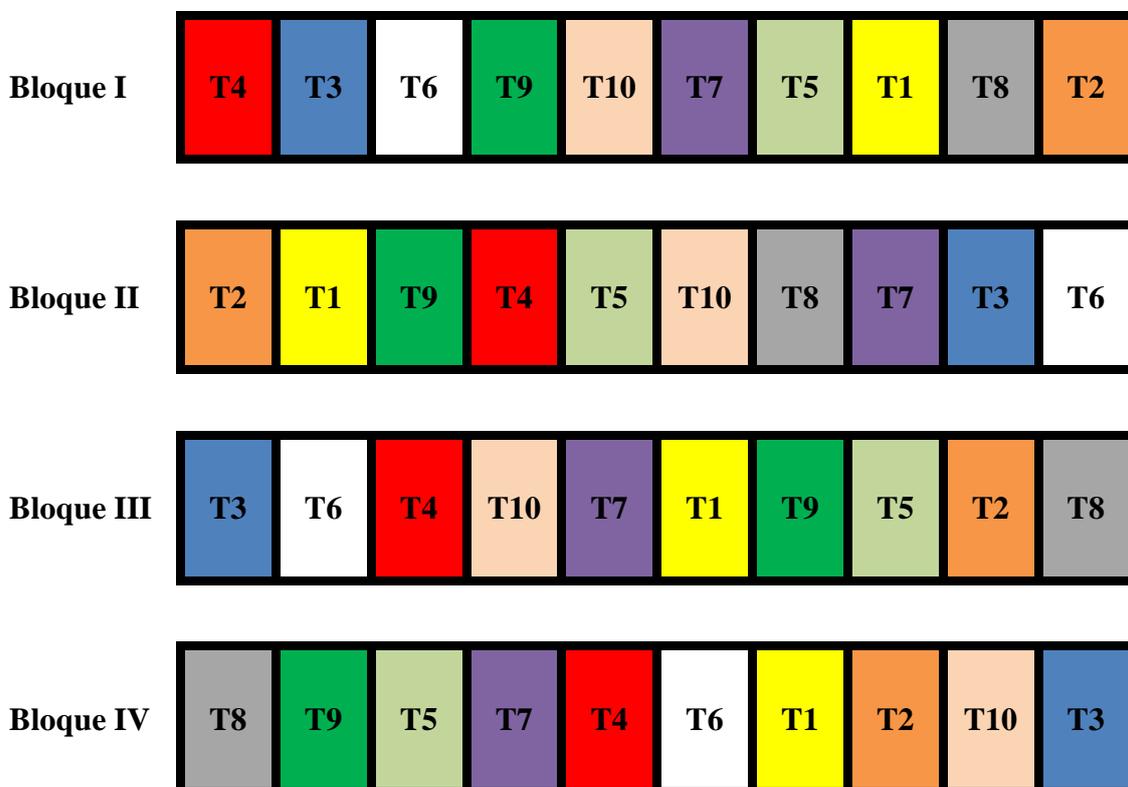


Figura 2. Distribución de los tratamientos en campo



Figura 3. Área experimental después de la siembra

3.6. Instalación y manejo de campo

3.6.1. Preparación del terreno

Como el ensayo se trataba de labranza cero, se realizó el corte o picacheo de las ramas del cultivo anterior (crotalaria) y se colocó sobre la línea de siembra de dicho cultivo, dejando libre las calles para realizar la siembra del ensayo (cambio de surco); luego, se realizaron las aplicaciones de abonos y se procedió a colocar las cintas de riego en las calles del cultivo anterior a una distancia de 1,5 m, la delimitación de bloques, parcelas y calles se realizó con cinta métrica, rafia y yeso.

Se realizó el primer riego para probar el funcionamiento de las cintas y humedecer el campo para la siembra. El área de terreno del cultivo fue de 6400 m² de los cuales, el ensayo ocupó 1620 m² incluyendo calles. El cultivar sembrado en todo el terreno fue el frijol Blanco Molinero.

Aproximadamente el trabajo de la preparación del terreno duró cuatro días, de acuerdo a la disponibilidad de los trabajadores del INIA.

3.6.2. Preparación e instalación de los tratamientos

Para la aplicación de los abonos se siguió la siguiente metodología:

- Se pesaron 4,5 kg de abonos ya sea estiércol de vacuno y lombricompost, y se colocaron en una bolsa de plástico.
- Se pesó 0,45 kg de guano de isla, y se colocó en una bolsa de plástico.
- Cada bolsa de abono corresponde para la aplicación de un surco, es decir, para una parcela que tiene 18 m² se aplicaron 4 bolsas de abono, independientemente del tipo de abono.
- En total se pesaron 32 bolsas por cada tipo de abono (estiércol de vacuno, lombricompost y Guano de islas).
- Con respecto al fast biol, se realizó la aplicación en drench (aplicación dirigida al cuello de planta) una vez por semana a partir de la cuarta semana DDS (Días Después de la Siembra) hasta la onceava semana después de la siembra. En total se realizaron 7 aplicaciones en toda la campaña.

A los 11 días antes de la siembra se realizó la incorporación de los abonos previamente preparada para cada tratamiento. La instalación de la parcela duró tres días. Se aplicó la enmienda en banda a lo largo de cada surco de las parcelas según el tratamiento, se incorporó manualmente con una lampa hasta unos 10 cm de profundidad. Seis días después se realizó un riego pesado.

3.6.3. Siembra

La siembra del ensayo con lampa y matraca se realizó el 21/08/12, y la del resto del campo, el 22/08/12. La distancia entre golpes fue de 0,3 m con cuatro a cinco semillas por golpe y dos hileras por línea de riego. La siembra se realizó a los costados de la cinta de riego a unos 0,15 m de distancia aproximadamente. La siembra con lampa y matraca fueron realizadas por dos únicos obreros para evitar en lo posible cualquier error en la siembra.

3.6.4. Riegos:

Los riegos fueron por goteo y se realizaron de manera desuniforme por la escasez de agua en el reservorio y la falta de coordinación del encargado del riego.

A continuación, se presentan los riegos que se realizaron durante la campaña:

1.	5	DAS	Riego pesado
2.	4	DAS	Riego pesado
3.	4	DDS	Riego de mantenimiento
4.	6	DDS	Riego de mantenimiento
5.	8	DDS	Riego de mantenimiento
6.	13	DDS	Riego de mantenimiento
7.	24	DDS	Riego de mantenimiento
8.	29	DDS	Riego de mantenimiento
9.	36	DDS	Riego de mantenimiento
10.	38	DDS	Riego de mantenimiento
11.	49	DDS	Riego de mantenimiento
12.	52	DDS	Riego de mantenimiento
13.	55	DDS	Riego de mantenimiento
14.	69	DDS	Riego de mantenimiento
15.	77	DDS	Riego de mantenimiento
16.	80	DDS	Riego de mantenimiento
17.	83	DDS	Riego de mantenimiento
18.	90	DDS	Riego de mantenimiento

3.6.5. Control fitosanitario

La infestación de plagas y enfermedades no fue significativa durante la campaña.

Las principales plagas que se presentaron según el orden de aparición durante el desarrollo del cultivo fueron: gusanos de tierra (*Agrotis* spp. principalmente), mosca minadora (*Lyriomiza huidobrensis*), *Crosidosema aporema* (*Epinotia aporema*) y pulgones (*Aphis* sp.).

Las enfermedades incidentes fueron: enfermedades de pudriciones radiculares (*Phytium* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani*).

Para el control de insectos se aplicó un solo producto orgánico Biocillus, que es un tipo de producto a base de *Bacillus thurigiensis*, también se colocaron trampas amarillas para el control de mosca minadora, pulgón etc., a razón de 30 trampas/ha.

A continuación, se presenta las aplicaciones que se realizaron durante la campaña:

1.	49	DDS	1 ^{era} Aplicación de <i>Bacillus thurigiensis</i>	250 g/ha.
2.	64	DDS	2 ^{da} Aplicación de <i>Bacillus thurigiensis</i>	280 g/ha.
3.	78	DDS	3 ^{era} Aplicación de <i>Bacillus thurigiensis</i>	300 g/ha.

Para el control de malezas se utilizó solo el método mecánico. No hubo problemas de maleza de hoja ancha, solo se tenía problemas de malezas de hoja angosta como la “grama dulce” (*Cynodon dactylon*), “grama china” (*Sorghum halepense*) y “coquito” (*Cyperus rotundus*). Se realizaron tres desmalezados en toda la campaña el cuál se presenta a continuación:

1.	DDS	16	1er desmalezado
2.	DDS	43	2do desmalezado
3.	DDS	91	3er desmalezado

3.6.6. Cosecha

La cosecha se realizó a los 106 DDS en forma manual. La metodología de cosecha se basó en dos partes: Primero la cosecha de las 10 plantas seleccionadas previamente en los dos surcos centrales, finalmente se cosechó los surcos centrales a excepción de las 10 plantas ya cosechadas. Después se realizó la cosecha en los surcos laterales. Las 10 plantas cosechadas de cada parcela se secaron aparte para realizar las evaluaciones de componentes de rendimiento entre otros.

3.6.7. Fase de laboratorio, almacén y gabinete

- **Laboratorio**

Para la evaluación como la determinación de peso seco se empleó materiales del Laboratorio de Poscosecha de la UNALM. Para dicha evaluación se empleó a siguiente metodología: Las plantas recolectadas en campo se colocaron en bolsa papel Kraft. Las muestras llevadas al laboratorio se lavaron para eliminar la tierra en las raíces y en la superficie de la planta.

Se secó parcialmente con papel toalla para eliminar la humedad superficial y se procedió a pesar cada planta en una balanza de precisión. Luego de determinar el peso en húmedo de cada muestra, se colocaron en la estufa para evaluar posteriormente el peso seco. Luego de tres días, se retiró la muestra de la estufa y se procedió a determinar el peso en seco de cada muestra en la balanza de precisión.

- **Almacén**

Los trabajos en almacén correspondieron a la medición de las evaluaciones de los componentes de rendimiento.

- **Gabinete**

Esta fase correspondió a la transformación de las mediciones en los resultados finales de la investigación y a la procedente redacción de esta.

3.7. Parámetros evaluados

3.7.1. Evaluaciones características agronómicas

- **Altura de planta**

Se avaluó en la cosecha, se tomó la altura promedio de 10 plantas seleccionadas al azar de los dos surcos centrales. Se midió desde el ras del suelo hasta el ápice del tallo principal.

- **Longitud de vainas**

Se determinó basándose en el promedio de la medida de las 10 plantas extraídas al azar. La medida se realizó desde el final del pedicelo hasta el ápice.

- **Vigor de la planta**

Se evaluó en forma visual en los dos surcos centrales antes de la cosecha. Se tuvo en cuenta: el color de la planta, grosor del tallo, frondosidad y carga de vainas. Los grados de evaluación fueron: 1. Excelente, 2. Muy bueno, 3. Bueno, 4. Regular, 5. Muy pobre.

- **Peso seco**

Se determinó en base a 10 plantas extraídas al azar de cada parcela, los cuales se secaron en estufa por 48 horas a una temperatura de 70 °C, posteriormente se determinó el peso seco de cada planta en gramos.

- **Porcentaje de germinación**

A los 15 DDS se contabilizó el número de golpes sembrados por tratamiento que habían germinado, y se halló el porcentaje de germinación por tratamiento.

3.7.2. Evaluación de componentes del rendimiento

- **Rendimiento de grano seco (kg/ha)**

Se evaluó el peso del total de granos cosechados por tratamiento en los dos surcos centrales, luego se procedió a pesar los granos y se expresó en kg/ha.

- **Número de vainas por planta**

Se evaluó el número total de vainas de las 10 plantas tomadas al azar por parcela y luego se registró el promedio por parcela de las vainas totales viables, esta evaluación se realizó luego de finalizada la fase experimental del ensayo.

- **Número de granos por vaina**

Se tomaron las mismas vainas utilizadas anteriormente y se contabilizó el promedio de granos por vainas y adicionalmente el número de granos chupados o abortados por cada parcela.

- **Número de lóculos por vaina**

Se tomaron las vainas de las 10 plantas recolectadas anteriormente y se contabilizó el número de lóculos por vaina, y se sacó un promedio por tratamiento en las cuatro repeticiones.

- **Peso de grano seco por planta (g)**

Se evaluó el rendimiento de granos por planta de las 10 plantas tomadas al azar y se calculó el rendimiento promedio por planta.

- **Peso de 100 semillas (g)**

De cada parcela cosechada se tomaron 100 semillas al azar y secadas hasta un contenido de humedad de 14 por ciento aproximadamente y se registró su peso correspondiente, en gramos.

- **Índice de cosecha (%)**

Es un indicador de la eficiencia de una variedad desde el punto del rendimiento; es decir, si el interés es la semilla, las plantas que acumulen mayor cantidad de materia seca en la semilla, en relación al total de estructuras de la planta (biomasa), serían más eficientes. Se determinó con el dato del peso total de las plantas, y el peso seco de grano de 10 plantas competitivas, mediante la siguiente fórmula:

$$IC (\%) = \frac{\text{Peso Seco del Grano}}{\text{Peso Seco Total de la Planta}} \times 100$$

- **Porcentaje de vainas llenas**

Del número total de vainas evaluadas de las 10 plantas tomadas al azar por parcela se contabilizó las vainas llenas y vacías, luego se sacó el porcentaje dividiendo las vainas llenas sobre el total de vainas (llenas + vacías).

3.7.3. Características de grano

Esta escala se realizó teniendo en cuenta la escala de “Descriptors for *Phaseolus vulgaris*” del internacional Board for Plant Genetic Resources (OBPGR, 1982), que fue adaptada y propuesta por el Programa de Leguminosas de Grano de la UNALM, considera las siguientes variables:

a. Brillo

Se determinó el brillo de los granos de 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento y de cada bloque teniendo en cuenta las recomendaciones del programa de leguminosas de grano que debe hacerse sobre una tela roja y a plena luz del día puestos sobre una mesa y en forma conjunta todos los tratamientos.

b. Color de grano

El color de grano se determinó en 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento y de cada bloque teniendo en cuenta las recomendaciones del Programa de Leguminosas de Grano que debe hacerse sobre una tela roja y a plena luz del día puestos sobre una mesa y en forma conjunta todos los tratamientos.

c. Forma de grano

La forma de grano se determinó en 10 granos tomados al azar de las 10 plantas extraídas al azar de cada tratamiento y de cada bloque comparando con las escalas expuestas en el “descriptor for *Phaseolus vulgaris*” del (IBPGR, 1982).

d. Venosidad

La venosidad se determinó teniendo en cuenta la escala IBPGR, tomando los granos de 10 plantas escogidas al azar de cada tratamiento y de cada bloque.

e. Tamaño de grano

Se determinó el tamaño de los granos en sus tres dimensiones teniendo en cuenta las escalas del IBPGR estos fueron:

- **Longitud (cm)**

Para determinar la longitud de los granos se tomaron 10 granos competitivos, al azar de cada tratamiento, colocándolos uno detrás del otro con el rafe e hilo y con el micrópilo mirando a un mismo lado y con ayuda de una regla milimetrada se procedió a medir, el resultado es el promedio de 10 granos y se expresó en centímetros.

- **Ancho (cm)**

Para determinar el ancho de los granos se tomaron 10 granos competitivos, al azar de cada tratamiento, colocándolos uno detrás del otro con el rafe e hilo y con el micrópilo mirando a un mismo lado y con ayuda de una regla milimetrada se procedió a medir, el resultado es el promedio de 10 granos y se expresó en centímetros.

- **Espesor (cm)**

El espesor de la semilla se determinó tomando 10 semillas al azar de cada tratamiento, con la ayuda de un vernier (que es uno de los instrumentos mecánicos de precisión para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidad más ampliamente utilizados). La forma de medir es grano por grano anotando los datos de los 10 granos y luego el promedio registrado en centímetros.

3.8. Análisis económico

Con la finalidad de evaluar cuan beneficioso resultó la utilización de los tipos de abonos orgánicos y los sistemas de siembra en el proceso de producción de Frijol común var. Blanco Molinero, se determinó el ingreso neto y el índice de rentabilidad que se obtuvo por cada tratamiento en el experimento.

3.9. Análisis estadístico

3.9.1. Diseño experimental

En la presente investigación se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de dos niveles de sistema de siembra y cinco niveles de fuentes orgánicas, resultando en diez tratamientos con cuatro repeticiones. El diseño de bloques se utilizó para disminuir el error experimental por efecto de la distribución del ensayo dentro del campo.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$i=1, 2, 3, \dots, a$

$j=1, 2, 3, \dots, b$

$k= 1, 2, 3, \dots, r$ Bloques

Y_{ijk} = observación en la unidad experimental

μ = efecto medio general

α_i = efecto del factor A

β_j = efecto del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción AB

ϵ_{ijk} = valor aleatorio del error experimental

$a = i$ = el n° de niveles factor A

$b = j$ = el n° de niveles factor B

$r = k$ = el n° de repeticiones de A y B

La distribución de grados de libertad del diseño experimental, se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10: Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	GL	SS	CM	F
Factor A	1	SS_A	$SS_A/g.l$	CM_A/CM_E
Factor B	4	SS_B	$SS_b/g.l$	CM_B/CM_E
Bloques	3	SS_{Bloq}	$SS_{Bloq}/g.l$	CM_{Bloq}/CM_E
Interacción (AB)	4	SS_{AB}	$SS_{AB}/g.l$	CM_{AB}/CM_E
Error	27	SS_E	$SS_E/g.l$	
Total	39	SS_T		

3.9.2. Tratamiento estadístico

Las medias de tratamientos fueron sometidas al análisis de variancia (ANVA). Para el análisis de datos se utilizó el método de comparación de medias de Duncan al 95 por ciento de intervalo de confianza.

Para el procedimiento de datos se utilizó el programa estadístico SAS (*Statistical Analysis System*) versión 8.0 (SAS Institute Inc., 2000), con el que se realizó los análisis de varianza, así como las pruebas de comparación de Duncan.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Características agronómicas

Las evaluaciones de características agronómicas corresponden a las evaluaciones que no incluyen componentes de rendimiento y fueron evaluados antes de la cosecha del ensayo. Los resultados de la prueba de Duncan se muestran en el Cuadro 11.

4.1.1. Altura de planta (cm)

La altura de planta es una característica compleja, hereditaria y también varía de acuerdo al medio ambiente. Es una característica cuantitativa, estas variaciones hereditarias y ambientales de las plantas no son completamente independientes unas de otras y con frecuencia tienen interacciones en su efecto sobre la planta (Poehlman, 2003).

Según el análisis de varianza, solo se encontró significación estadística para el factor principal abonamiento. El coeficiente de variabilidad fue de 9,87 por ciento, el cual se encuentra dentro de los rangos permitidos para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación según Duncan al 0.05 (Cuadro 11), indica que, para los efectos principales entre sistemas de siembra, el sistema de siembra con lampa fue el de mayor altura 29,7 cm comparado con el sistema de siembra con matraca que obtuvo una altura de 29,5 cm no encontrándose diferencias significativas entre ellos. Para el análisis de los efectos principales de abonamientos se encontraron diferencias significativas.

El efecto de abonamiento influyó en la altura de la planta. Las mejores condiciones edáficas permitieron a las plantas un mayor crecimiento y desarrollo antes de la floración (Zabaleta 1992, Moroto 1986). El resultado de altura fue mayor para el estiércol de vacuno. En el primer nivel de significación se encuentra el abonamiento con estiércol de vacuno con un promedio de 32,5 cm de altura, teniendo diferencias significativas con el testigo absoluto 28,3 cm y el lombricompost 27,7 cm de altura, con incrementos de 17,0 y 14,8 por ciento respecto a ellos. El abonamiento con guano de islas 29,9 cm y fast biol 29,7 cm de altura no tienen diferencias estadísticas significativas con ninguno de los abonamientos.

Cuadro 11: Efecto de dos sistemas de siembra y de la aplicación de fuentes orgánicas sobre la altura de planta, la longitud de vainas, la producción de materia seca y el porcentaje de germinación de plantas de frijol variedad “Blanco Molinero”

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Longitud de vainas (cm)	Materia seca (g)	Germinación (%)
Sistemas de siembra				
Lampa	29,7 a	13,9 a	24,8 a	96,1 a
Matraca	29,5 a	13,9 a	26,5 a	93,4 b
Abonamientos				
Testigo	28,3 b	13,8 a	23,4 b	95,7 a
Estiércol de vacuno	32,5 a	14,1 a	29,7 a	95,4 a
Fast biol	29,7 ab	13,9 a	25,7 ab	95,5 a
Lombricompost	27,7 b	13,7 a	24,1 ab	94,5 a
Guano de islas	29,9 ab	14,1 a	25,5 ab	92,7 a
Sistema de siembra	n.s.	n.s.	n.s.	*
Abonamiento	*	n.s.	*	n.s.
Interacción S x A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Coeficiente de variabilidad (%)	9,87	2,95	21,29	4,18

Valores son promedios de cuatro repeticiones. Promedios dentro de cada columna seguidos de la misma letra, no son estadísticamente diferentes según la prueba de comparación de medias de rango múltiple de Duncan al 5 por ciento de significancia.

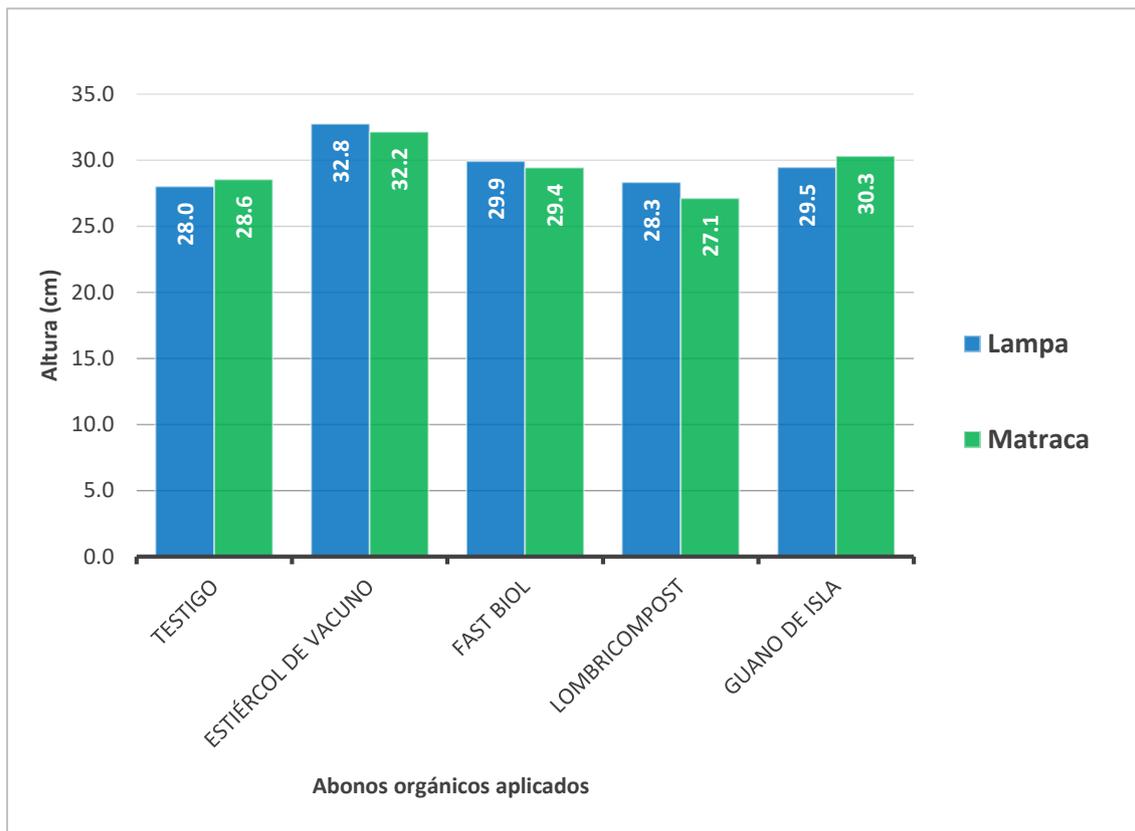


Figura 4. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre la altura de planta en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza de la altura de plantas de frijol se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro 11.

4.1.2. Longitud de vainas (cm).

La longitud de vaina es una característica propia del cultivar (alta heredabilidad) aunque también influenciada con el ambiente. De acuerdo a la figura N° 05, la longitud de vainas, fluctúa entre 13,6 y 14,3 cm para el lombricompost con sistema de siembra con lampa y guano de isla con sistema de siembra manual con matraca respectivamente, equivalente a un incremento del 4,8 por ciento.

Según el análisis de varianza, no existe significación con ninguno de los factores principales, el coeficiente de variabilidad fue de 2,95 por ciento el cual se ubica dentro de los rangos permitidos para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

Para los efectos principales entre sistemas de siembra, el sistema de siembra con lampa y el sistema de siembra con matraca obtuvieron los mismos resultados 13,9 cm no habiendo diferencias significativas entre ellas.

Para los efectos principales entre abonamientos, el guano de islas y estiércol de vacuno con valores de 14,1 cm cada uno son los que obtuvieron mayor longitud de vainas, pero no obtuvieron diferencias significativas con los demás abonamientos, además, el testigo con 13,8 cm y el lombricompost con valor de 13,7 cm son los que obtuvieron menor longitud de vainas. Además, los abonamientos que obtuvieron mayor y menor valor son el guano de islas y lombricompost con valores de 14.1 y 13.7 cm respectivamente, equivalente a un incremento de 3,1 por ciento, pero no se encontraron diferencias significativas entre los abonamientos.

Por lo expuesto, se puede inferir que la longitud de vaina es una característica propia del cultivar y es poco influenciado por el medio ambiente, lo cual corrobora Shimabukuro (1996), menciona que la longitud de vaina es un factor gobernado genéticamente y que no está influenciado por el medio ambiente, entonces se puede concluir que los tratamientos tuvieron influencia en este carácter debido a que no muestran diferencias significativas entre ellos.

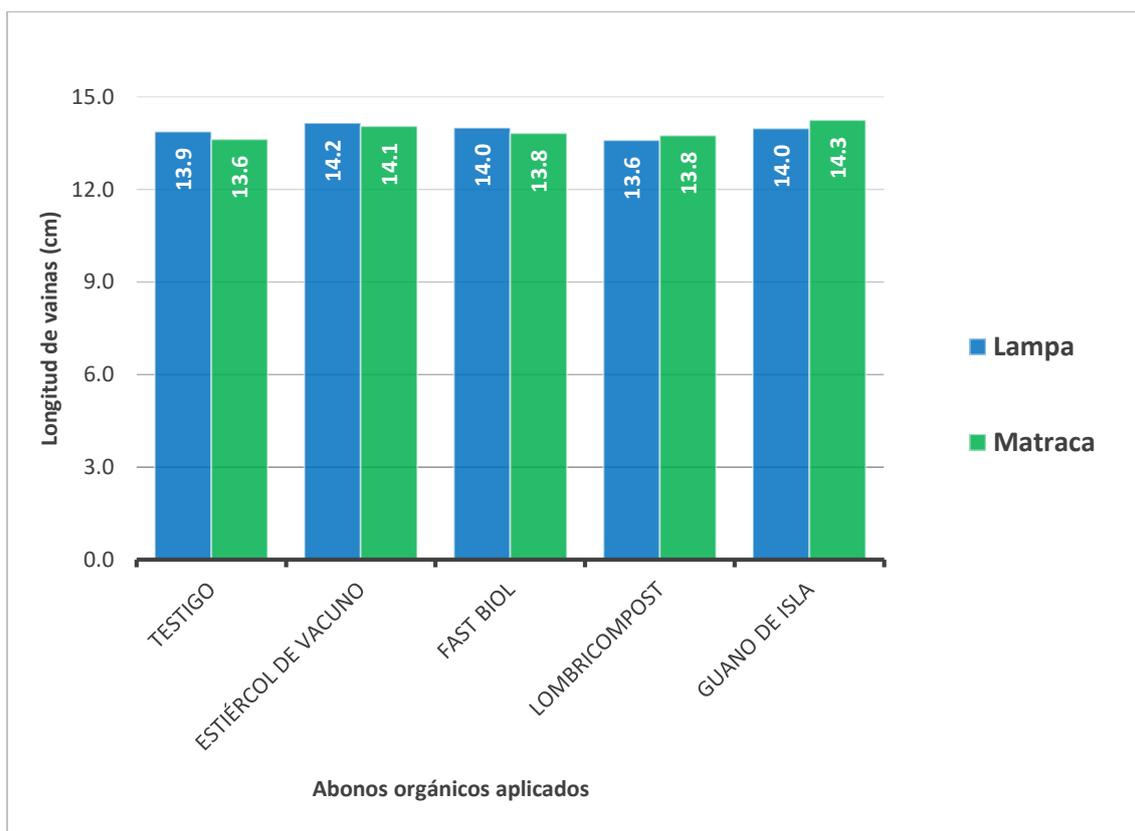


Figura 5. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre la longitud de vainas en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

4.1.3. Materia seca total de la planta (g)

De acuerdo a la figura N° 6, la materia seca total, fluctúa entre 23,1 y 29,7 g para el lombricompost con el sistema de siembra con lampa y el estiércol de vacuno en ambos sistemas de siembra, equivalente a un incremento de 28,7 por ciento.

El análisis de varianza, solo se encontró significación estadística para el factor principal abonamiento. El coeficiente de variabilidad fue de 21,3 por ciento, el cual se ubica dentro del rango permitido para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

El análisis de medias según Duncan al 0.05 (Cuadro 11) indica para los efectos principales de sistemas de siembra, el sistema de siembra con matraca obtuvo mayor peso que el sistema de siembra con lampa con valores de 26,5 y 24,8 g respectivamente, equivalente a un incremento de 7,1 por ciento, no encontrándose diferencias significativas entre ellos.

Para los efectos principales de los abonamientos, el estiércol de vacuno con 29,7 g presenta diferencias significativas solo con el testigo absoluto 23,4 g, con incremento de 26,9 por ciento. El fast biol, guano de Islas y lombricompost con pesos promedios de 25,7; 25,5 y 24,1 g respectivamente, se encuentran en un mismo nivel de significación y no tienen diferencias significativas con ninguno de los abonamientos.

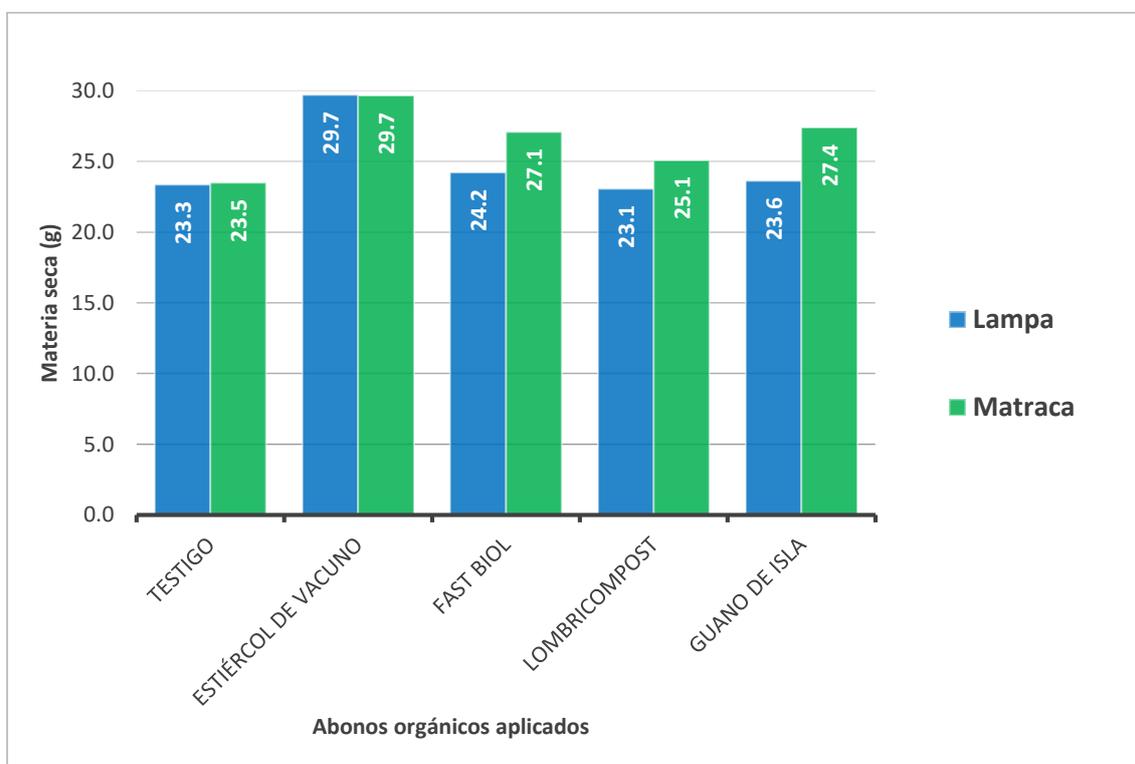


Figura 6. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre la materia seca de las plantas en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza de la materia seca de frijol se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro 11.

4.1.4. Porcentaje de germinación

De acuerdo a la figura N° 7, el porcentaje de germinación fluctúa entre 89,7 y 97,3 por ciento para el guano de isla con sistema de siembra con matraca y fast biol para el sistema de siembra con lampa respectivamente, equivalente a un incremento de 8,5 por ciento.

Según el análisis de varianza, solo se encontró significación estadística para el factor principal sistemas de siembra. El coeficiente de variabilidad fue de 4,18 por ciento, el cual se ubica dentro del rango permitido para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación de medias de Duncan al 0.05 (Cuadro 11) indica que, para los efectos principales de sistemas de siembra, en un primer nivel de significación se encuentra el sistema de siembra con lampa con 96,1 por ciento y en segundo nivel de significación se encuentra el sistema de siembra con matraca con 93,4 por ciento de germinación, equivalente a un incremento de 2,9 por ciento, encontrándose diferencias significativas entre ellos.

Del análisis de efectos principales entre abonamientos, el que obtuvo mayor porcentaje de germinación fue el testigo con 95,7 por ciento pero no tuvo diferencias estadísticas significativas con ninguno de los abonamientos, el guano de islas es el que obtuvo menor porcentaje de germinación con valor de 92,7 por ciento, seguido de los abonamientos con lombricompost, estiércol de vacuno y fast biol con valores de 94,5; 95,4 y 95,5 por ciento de germinación respectivamente, no encontrándose diferencias significativas entre los abonamientos.

Por lo expuesto podemos deducir que la germinación se vio afectada por el sistema de siembra, esto puede deberse a la poca experiencia de parte de los operadores al manipular la sembradora con matraca, en el cual aplicaban mucha fuerza y las semillas se depositaban a mayor profundidad en el suelo con respecto a la lampa el cual era muy conocido para ellos.

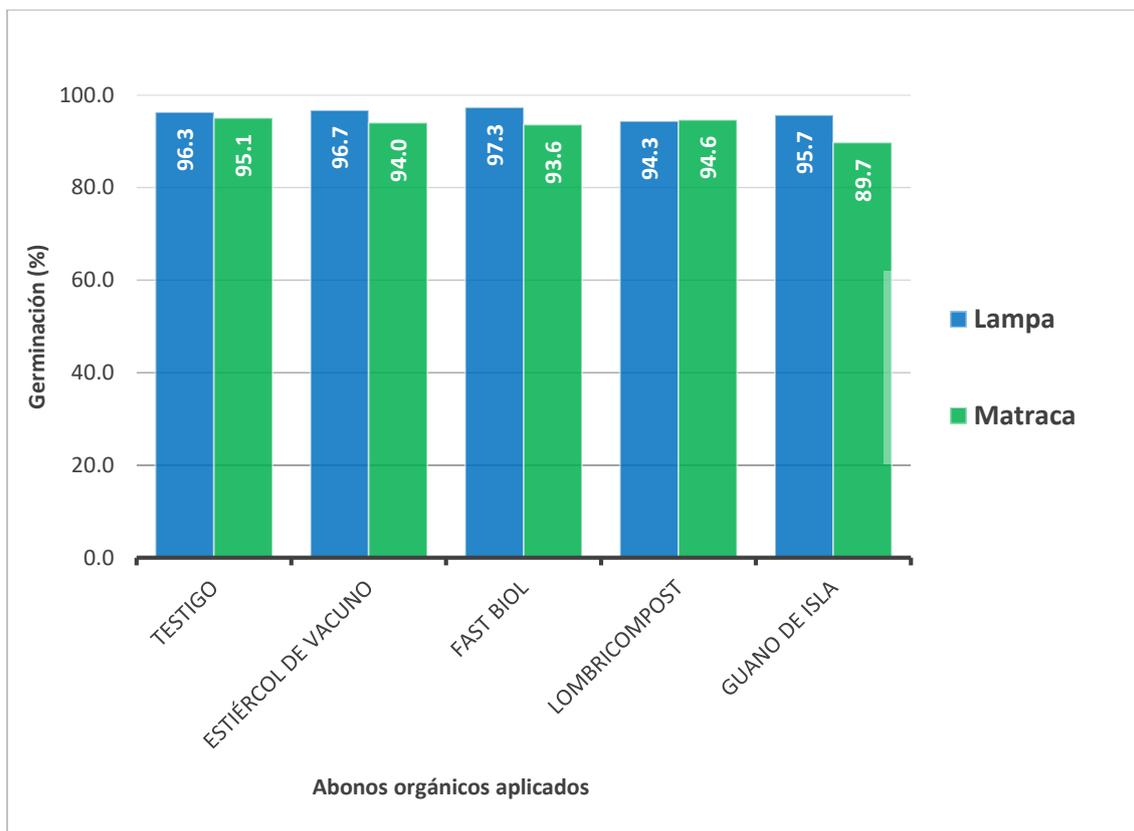


Figura 7. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el porcentaje de germinación en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

4.2. Rendimiento y sus componentes

4.2.1. Rendimiento de grano seco (kg/ha)

Los resultados promedios obtenidos del rendimiento de grano se presentan en el cuadro 12, observándose un rendimiento promedio general de 2114 kg/ha el cual está por encima del rendimiento promedio (2000 kg/ha) para la variedad “Blanco Molinero” en condiciones de La Molina.

De acuerdo a la figura N° 8, los rendimientos fluctúan entre 1710 y 2537 kg/ha, correspondientes al testigo y al abonamiento con estiércol de vacuno respectivamente, ambos con el sistema de siembra con matraca; equivalente a un incremento de 48,4 por ciento.

Para el análisis de varianza, se observa que solo existen diferencias altamente significativas para el factor abonamiento, con un coeficiente de variabilidad de 6,9 por ciento el cual está dentro de los rangos permitidos para los trabajos de campo (calzada, 1982).

La prueba de comparación de medias de rango múltiple de Duncan al 0.05 (cuadro 12) indica para los efectos principales de sistemas de siembra no se encontraron diferencias estadísticas significativas, siendo el sistema de siembra con lampa relativamente mayor con 2122 kg/ha y el sistema de siembra con matraca menor con 2106 kg/ha. Para el análisis de efectos principales entre abonamientos se encontraron diferencias significativas.

El efecto del abonamiento influyó en el rendimiento por hectárea, en el primer nivel de significación se encuentra el tratamiento con estiércol de vacuno que presentó 2509 kg/ha, mostrando diferencias significativas con todos los demás abonamientos, en el segundo nivel de significación se encuentra el fast biol y el guano de islas con rendimientos de 2341 y 2212 kg/ha respectivamente teniendo diferencias significativas el lombricompost y el testigo con rendimientos de 1756 y 1752 kg/ha respectivamente.

El tratamiento testigo obtuvo el menor rendimiento de grano con 1752 kg/ha, teniendo diferencias significativas con todos los abonamientos a excepción del lombricompost con valor de 1756 kg/ha.

Al comparar rendimientos de granos de los abonamientos, el estiércol de vacuno presentó incrementos de 7,2; 13,5; 42,8 y 43,2 por ciento con relación al fast biol, guano de isla, lombricompost y testigo, respectivamente.

El bajo rendimiento obtenido por el testigo de 1752 kg/ha es una indicación de la composición del suelo en nutrientes: 1.38 por ciento de M.O.; 17.5 ppm de P; 233 ppm K y 14.08 cmol.kg⁻¹ de C.I.C. (ver cuadro 4). Además el rendimiento de vio afectado por las condiciones limitadas de humedad del suelo considerando que no hubo un riego uniforme en pleno llenados de grano, estos resultados corrobora lo dicho por Salazar (1969), que a mayor frecuencia de riego mayor es la cantidad de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semillas y el rendimiento.

En esta tesis se aprecia que los mayores rendimientos se lograron con el estiércol de vacuno seguido del Fast Biol y guano de Isla, encontrándose al final el lombricompost y el testigo; pero en general el lombricompost tuvo similares resultados que el testigo (sin abonamiento), estos resultados confirmaron lo mencionado por Daza (1990), que el lombricompost al ser materia húmica presenta una lenta mineralización en donde la liberación y aporte de nutrientes es mínima. Además, cabe mencionar que el estiércol de vacuno presenta mejores efectos en las condiciones químicas y biológicas del suelo tales como el incremento de la población de lombrices del suelo, (Gómez, 1996).

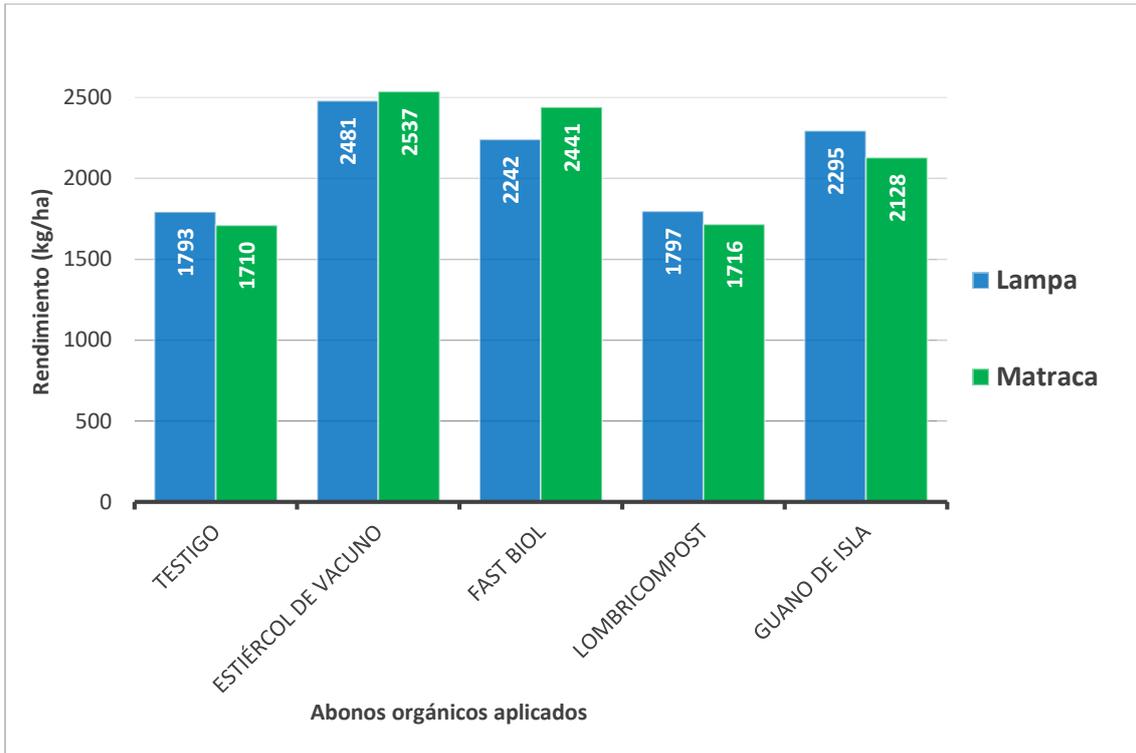


Figura 8. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el rendimiento en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza del peso de grano seco (kg/ha) se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro 12.

Cuadro 12: Efecto de dos sistemas de siembra y de la aplicación de fuentes orgánicas sobre los componentes de rendimiento del frijol común

Tratamiento	Rendimiento grano seco (kg/ha)	Número de vainas / planta	Número granos / vaina	Número lóculos / vaina	Peso seco granos / planta	Peso de 100 semillas	Índice de cosecha (%)	Porcentaje vainas llenas / planta
Sistemas de siembra								
Lampa	2122 a	6,2 a	4,2 a	4,8 a	12,0 a	46,4 b	48,5 b	96,2 a
Matraca	2106 a	6,5 a	4,2 a	4,7 a	13,4 a	49,8 a	50,9 a	96,4 a
Abonamiento								
Testigo	1752 c	6,1 ab	4,1 b	4,7 b	11,5 b	46,6 a	49,0 a	94,6 b
Estiércol de vacuno	2509 a	7,0 a	4,4 a	4,9 ab	14,5 a	49,6 a	49,4 a	98,2 a
Fast biol	2341 b	6,3 ab	4,1 b	4,7 ab	12,5 ab	49,1 a	48,9 a	96,4 ab
Lombricompost	1756 c	5,6 b	4,4 a	4,7 ab	12,3 ab	47,7 a	51,1 a	95,3 ab
Guano de islas	2212 b	6,7 ab	4,4 a	4,9 a	12,6 ab	47,6 a	50,0 a	96,9 ab
Sistema de siembra	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
Abonamiento	**	*	*	*	*	n.s.	n.s.	*
Interacción S x A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Coefficiente de variabilidad (%)	6,94	16,72	5,4	4,14	20,42	6,36	6,68	2,89

Valores son promedios de cuatro repeticiones. Promedios dentro de cada columna seguidos de la misma letra, no son estadísticamente diferentes según la prueba de comparación de medias de rango múltiple de Duncan al 5 por ciento de significancia.

4.2.2. Número de vainas por planta

Las vainas son el fruto de la planta de frijol en cuyo interior se encuentran los óvulos que serán las futuras semillas las que constituyen uno de los componentes primarios y tiene relación directa con el rendimiento.

De acuerdo a la figura N° 9, el número de vainas por plantas, fluctúa entre 5,2 y 7,5 correspondiente a los tratamientos con lombricompost y estiércol de vacuno respectivamente ambos con el sistema de siembra con matraca, equivalente a un incremento 43,4 por ciento.

En el análisis de varianza, se observa que solo existen diferencias significativas para el factor abonamiento, con un coeficiente de variabilidad de 16,7 por ciento el cual está dentro de los rangos permitidos para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación de medias de Duncan al 0.05 (Cuadro 12), indica que, para los efectos principales entre sistemas de siembra, el sistema de siembra con matraca con 6,5 vainas por planta es mayor que el sistema de siembra con lampa 6,2 vainas por planta, aunque no habiendo diferencias significativas entre ellos.

Del análisis de efectos principales de abonamientos, el estiércol de vacuno es el que obtuvo mayor cantidad de vainas por planta con 6,9 teniendo diferencias significativas solo con el lombricompost con valor de 5,6 vainas por planta, equivalente a un incremento de 24,6 por ciento. El guano de islas, fast biol y testigo con valores de 6,7; 6,3 y 6,1 vainas por planta respectivamente no tienen diferencias significativas con ninguno de los demás abonamientos.

Por los resultados obtenidos diremos, que por constituirse el número de vainas por planta uno de los principales componentes de rendimiento podemos deducir que los que presentaron mayor número de vainas por planta, también presentaron los más altos rendimientos, corroborando lo mencionado por Lopez (1986) y Voysest (1979), quien indica que a mayor número de vainas por planta el rendimiento se incrementa.

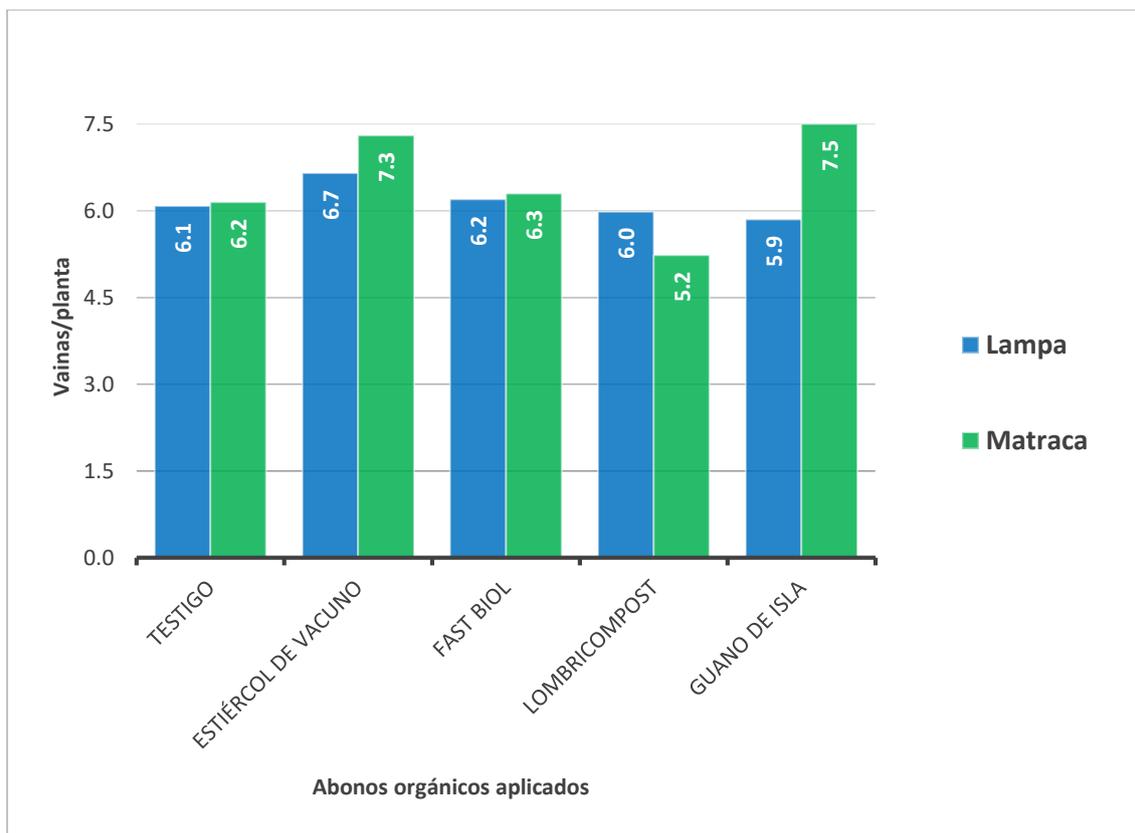


Figura 9. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el número de vainas por planta en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

4.2.3. Número de granos por vaina

Es otro de los indicadores de la capacidad productiva del cultivo. De acuerdo a la figura N° 10, el número de granos por vaina, fluctúa entre 4,0 y 4,6 correspondiente al testigo y al lombricompost respectivamente ambos con el sistema de siembra con matraca, equivalente a un incremento 15,8 por ciento.

El análisis de varianza, solo existen diferencias altamente significativas para el factor abonamiento, con un coeficiente de variabilidad de 5,4 por ciento el cual está dentro del rango permitido para el trabajo de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación de medias de Duncan al 0.05 (Cuadro 12), indica que, para los efectos principales entre sistemas de siembra, no existen diferencias significativas entre el sistema de siembra con lampa y el sistema de siembra con matraca, obteniéndose la misma cantidad 4,2 granos por vaina en ambos sistemas de siembra.

Para los efectos principales de abonamientos, en un primer nivel de significación se encuentran el guano de islas, lombricompost y el estiércol de vacuno con un promedio de 4,4 granos por vaina, teniendo diferencias altamente significativas con el testigo y fast biol

ambos con 4,1 granos por vaina. Se observa que el guano de islas, lombricompost y lombricompost tienen resultados iguales 4,4 granos por vaina, de la misma manera el fast biol y el testigo 4,1 granos por vaina cada uno, equivalente a un incremento de 7,7 por ciento. A pesar de ello, el número de vainas por planta asociado al número de granos por vaina, necesariamente tienen efecto directo sobre el rendimiento. Pero, la restricción de la disponibilidad de agua ha provocado el chupado de vainas en el llenado de este órgano por competencia de este elemento, se pudo observar vainas vacías, con menor número de granos y algunos granos más pequeños de lo normal para esta variedad en condiciones de La Molina.

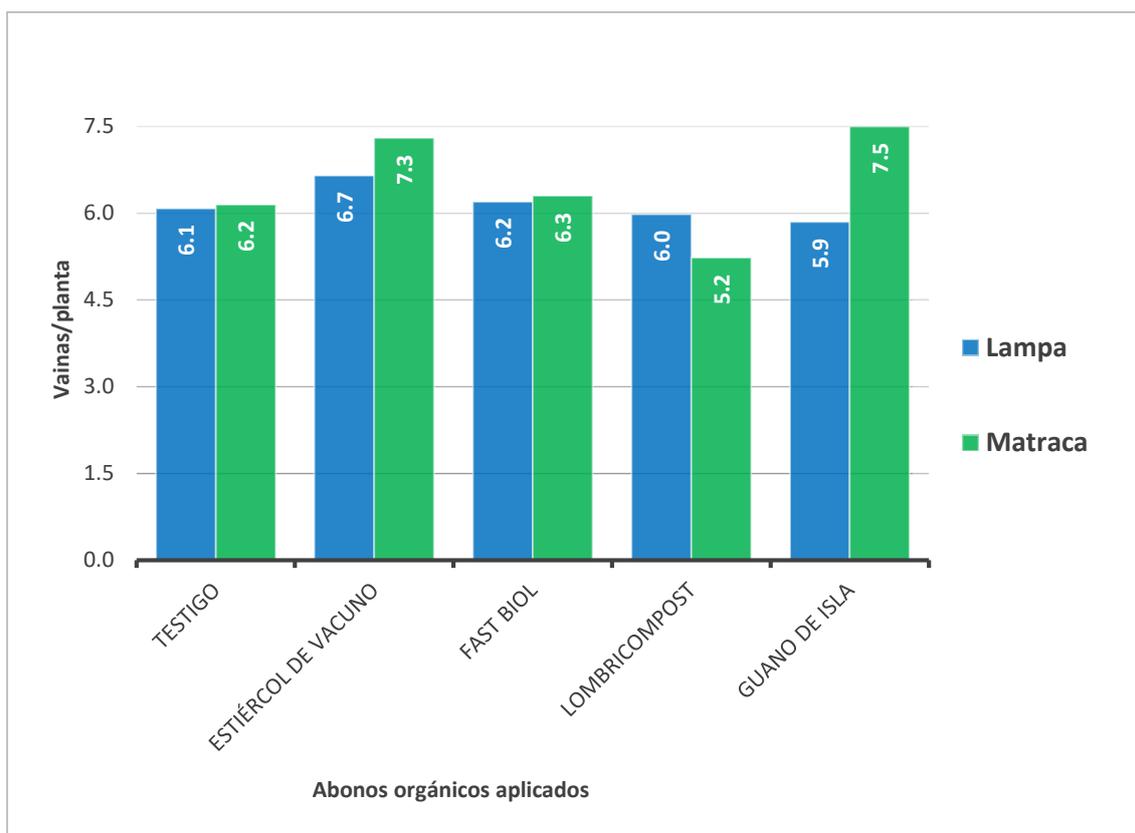


Figura 10. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el número de granos por vaina en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

4.2.4. Número de lóculos por vaina

De acuerdo a la figura N° 11, el número de lóculos por vaina fluctúa entre 4,5 y 4,9 correspondientes a los abonamientos con fast biol y guano de islas respectivamente ambos con el sistema de siembra con matraca, equivalente a un incremento de 8,8 por ciento.

Según el análisis de varianza, se observa que solo existen diferencias significativas para el factor abonamiento, con un coeficiente de variabilidad de 4,1 por ciento el cual está dentro del rango permitido para el trabajo de campo (Calzada, 1982).

Al realizar la prueba de Duncan, con un nivel de significación 0.05 (Cuadro 12), indica que para los efectos principales sistemas de siembra no se encontraron diferencias significativas entre ellas, el sistema de siembra con lampa obtuvo mayor valor que el sistema de siembra con matraca con valores de 4,8 y 4,7 lóculos por vaina respectivamente, con incremento de 1,9 %.

Para los efectos principales entre abonamientos, el guano de islas obtuvo mayor número de lóculos por vaina con valor de 4,9 teniendo diferencias significativas solo con el testigo con valor de 4,7 lóculos por vaina y un incremento de 5,4 por ciento. Los abonamientos con estiércol de vacuno, fast biol y lombricompost con valores de 4,9; 4,7 y 4,7 respectivamente no tienen diferencias significativas entre ellos ni con ninguno de los demás abonamientos.

Por lo expuesto podemos inferir que el sistema de siembra no tiene efecto sobre el número de lóculos por vaina, además que los abonamientos aumentaron el número de lóculos por vaina pero no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellos. Un factor que puede afectar el número de lóculos por vainas es la oportunidad de siembra, así entre más tardía la siembra mayor la caída de flores y menor el cuajado de vainas; al tener la planta menor carga, puede concentrar toda la energía en producir un mayor número de lóculos por vaina y conseguir así un mayor número de semillas tratando de compensar la menor caída de vainas (Tobaru, 2001).

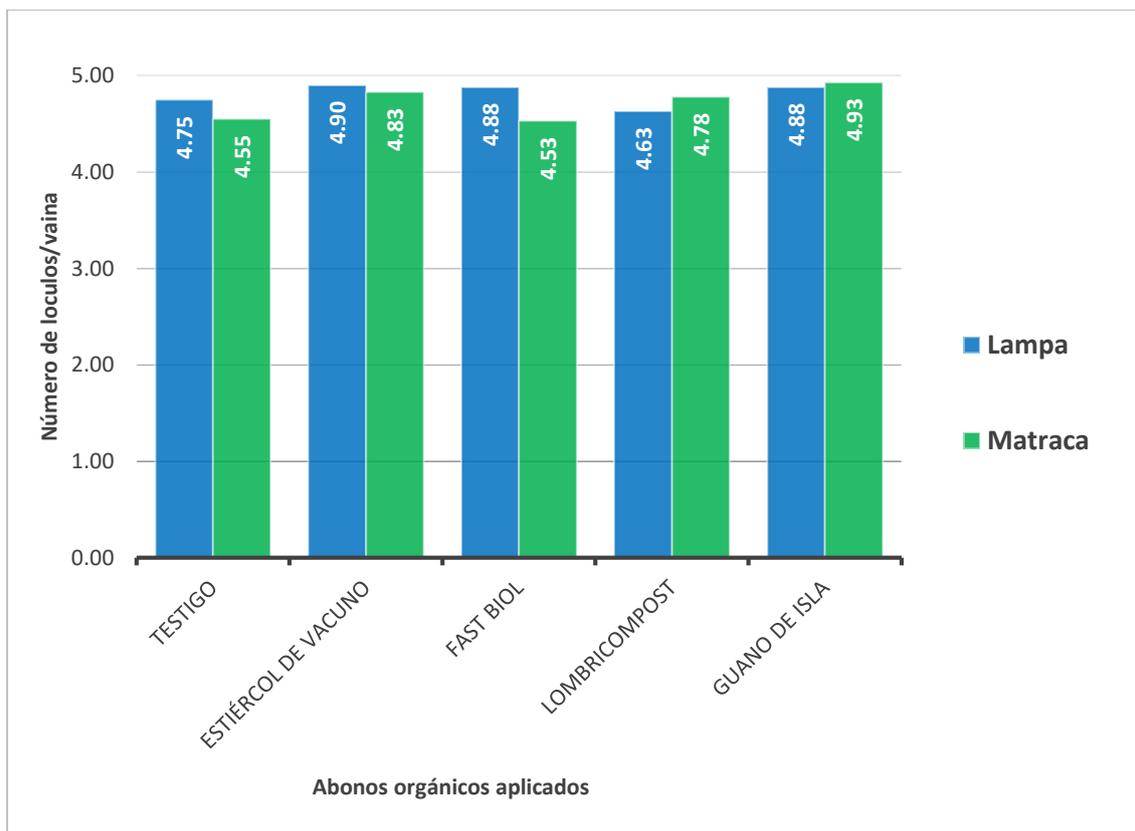


Figura 11. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el número de lóculos por vaina en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza del número de lóculos por vaina se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro N° 12.

4.2.5. Peso de grano seco por planta (g)

De acuerdo a la figura N° 12, el peso seco de granos por planta varía entre 10,9 y 15,1 gramos correspondientes a los abonamientos con guano de islas con sistema de siembra con lampa y estiércol de vacuno con sistema de siembra matraca, equivalente a un incremento 38,5 por ciento.

Según el análisis de varianza, solo se encontró significación estadística para el factor principal abonamiento, con un coeficiente de variabilidad de 20,4 por ciento el cual está dentro de los rangos permitidos para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación de medias de Duncan al 0.05 (Cuadro 12), indica que, para los efectos principales de sistemas de siembra, el sistema de siembra con matraca obtuvo un mayor peso con valor de 13,4 g/planta respecto al sistema de siembra con lampa que obtuvo un peso de 11,8 g/planta, con incremento de 13.6 por ciento.

El análisis de efectos principales entre abonamientos, en un primer nivel de significación se encuentra el estiércol de vacuno con valor de 14,5 g/planta teniendo diferencias altamente significativas solo con el testigo absoluto el cual obtuvo un valor de 11,5 g/planta, y con incremento de 26,1 por ciento respecto al testigo. El guano de isla, fast biol y lombricompost con valores de 12,6; 12,5 y 12,3 g/planta respectivamente no tienen diferencias significativas con ninguno de los abonamientos y se encuentran en un mismo nivel de significación.

El estiércol de vacuno tuvo un mejor rendimiento por planta en comparación con los demás abonamientos, además que el testigo fue el que obtuvo menor rendimiento por planta. Por todo lo expuesto se puede inferir que el abonamiento con estiércol de vacuno tuvo mayor rendimiento por planta porque tiene mejor número de vainas por planta y número de granos por vaina que los demás abonamientos, además corrobora lo dicho por López (1986) y Voysest (1979), quienes afirman que a mayor número de vainas por planta y granos por vaina el rendimiento se incrementa.

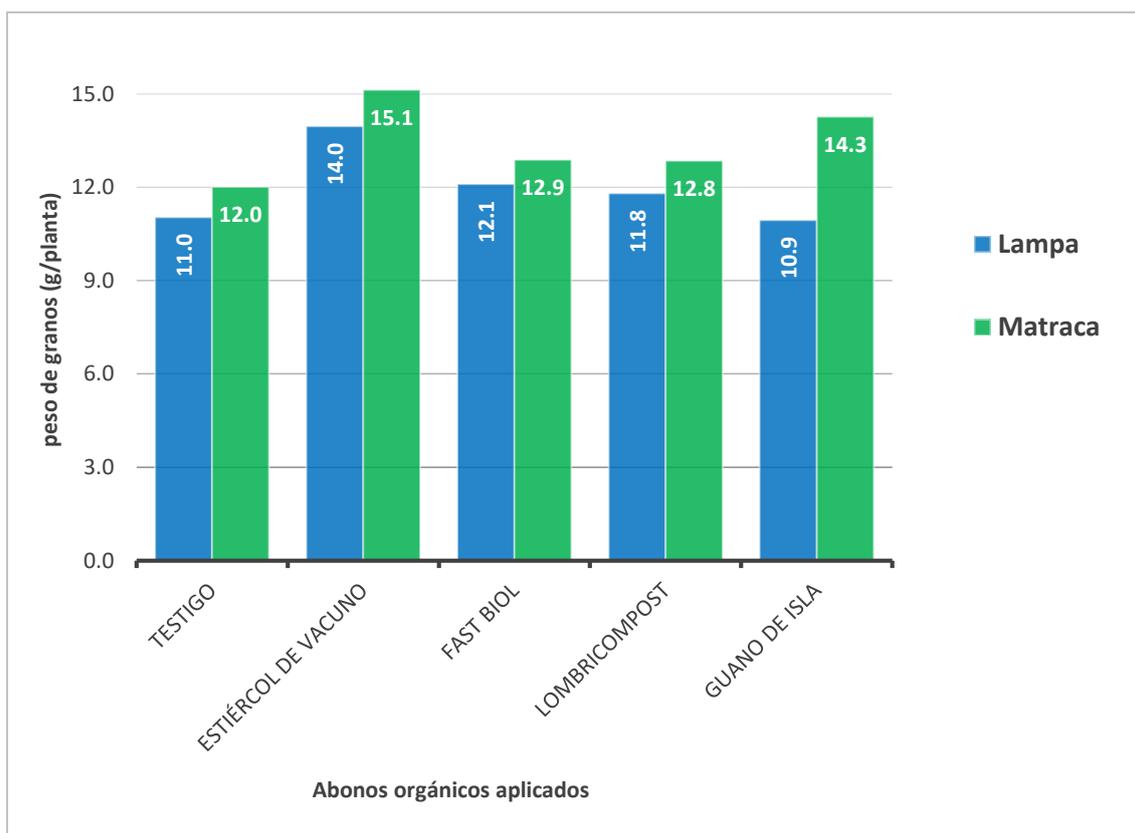


Figura 12. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el peso de grano seco por planta en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza del peso de grano seco por planta se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro N° 12.

4.2.6. Peso de 100 semillas (g)

Es un carácter morfoagronómico muy importante pues constituye la base para estimar el rendimiento de grano por unidad de área y además estimar la cantidad de semilla exacta para la siembra. De acuerdo a la figura N° 13, el peso promedio de 100 semillas fluctúa entre 45,0 y 52,1 gramos, correspondiente al testigo con sistema de siembra con lampa y al fast biol con sistema de siembra matraca respectivamente, equivalente a un incremento de 15,6 por ciento.

El análisis de varianza, nos indica que solo se encontró significación estadística para el factor principal sistema de siembra, con un coeficiente de variabilidad de 6,36 por ciento el cual se ubica dentro del rango permitido para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

El análisis de medias según Duncan al 0.05 (Cuadro 12), indica que para los efectos principales sistemas de siembra existe significación, siendo el sistema de siembra con matraca mayor que el sistema de siembra con lampa con 49,8 y 46,4 gramos por 100 semillas respectivamente e incremento de 7,4 por ciento.

El análisis de efectos principales entre abonamientos nos indica que no existe diferencias estadísticas significativas, y el valor máximo se presentó en el estiércol de vacuno con valor de 49,6 gramos y un incremento de 6,4 por ciento, con relación al mínimo que se presentó bajo las condiciones del testigo con valor de 46,6 gramos por cada 100 semillas.

Por los resultados obtenidos se puede inferir que el sistema de siembra si tuvo efecto sobre el peso de granos; mas no los abonamientos; la diferencia en el peso de 100 semillas entre los dos sistemas de siembra fue de 7,4 por ciento encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellos, pero esto no se vio reflejado en el rendimiento (kg/ha) en donde ambos sistemas obtuvieron similares resultados, esto corrobora lo dicho por Olivera (1980), señaló que el peso de 100 semillas no era aparentemente importante como factor de la producción siempre los valores para otro componente de rendimiento como número de vainas por planta y número de granos por vaina sean cuantitativamente altos.

Respecto a los abonamientos, como se dijo anteriormente no tuvo efecto sobre el peso de 100 semillas, corroborando lo señalado por Villanueva (2009), concluye que, al evaluar los efectos de los abonamientos sobre el rendimiento de frijol, el peso de 100 semillas fueron similares entre sí.

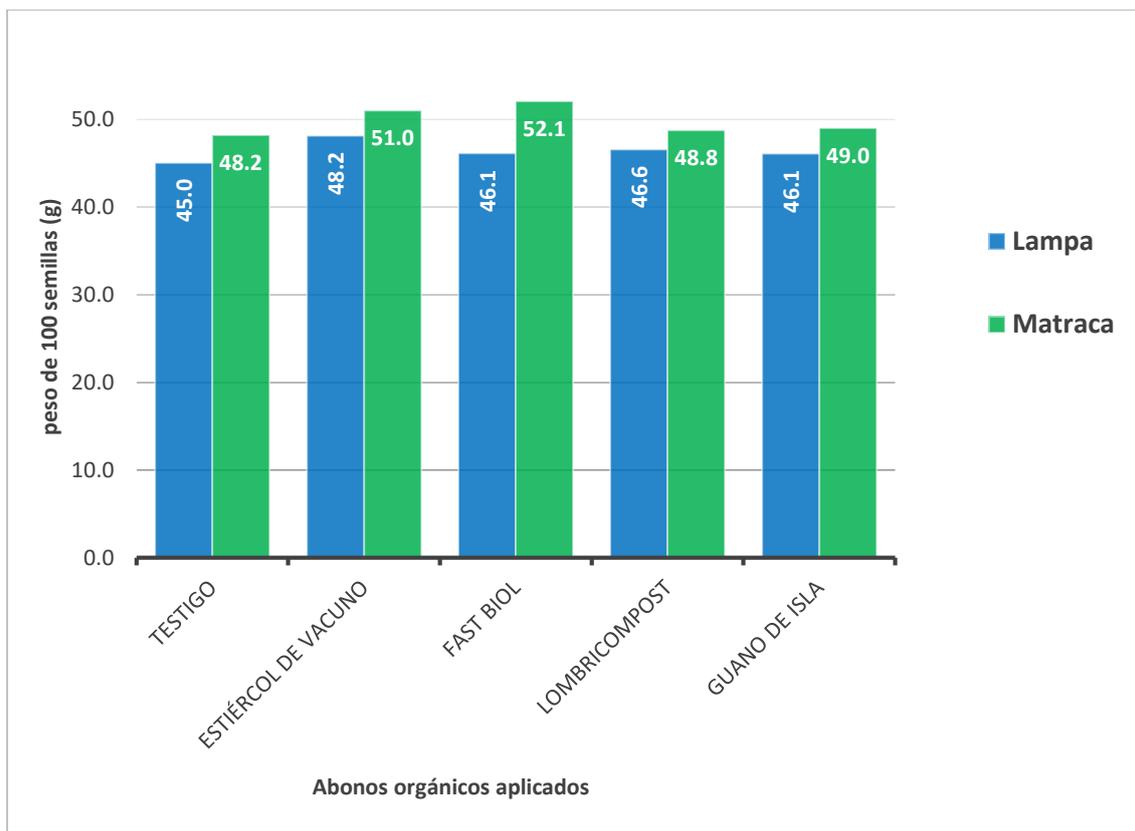


Figura 13. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el peso de 100 semillas en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza del peso de 100 semillas se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro N° 12.

4.2.7. Índice de cosecha (%)

El índice de cosecha presentó un promedio general de 49,7 por ciento. El análisis de varianza se muestra en el Anexo N° 4, indicando que solo se encontró significación estadística para el factor principal sistema de siembra, con un coeficiente de variabilidad de 6,68 por ciento, lo cual está dentro de los rangos permitidos (Calzada 1982).

La prueba de comparación de medias según Duncan al 0.05 (Cuadro 12), Indica que para los efectos principales sistemas de siembra existe significación, siendo el sistema de siembra con matraca el mayor con valor de 50,9 por ciento respecto al sistema de siembra con lampa con 48,5 por ciento de índice de cosecha.

Del análisis de efectos principales entre abonamientos, el lombricompost es el que obtuvo mayor valor con 51,1 por ciento, seguido del guano de islas y estiércol de vacuno con valores de 50,0 y 49,4 por ciento respectivamente, el que obtuvo menor valor fue el testigo con 49,0

por ciento de índice de cosecha, pero, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los abonamientos.

Si el interés es la semilla, las plantas serán más eficientes si acumulas mayor cantidad de materia seca en la semilla en relación a la estructura de la planta o biomasa, serán más eficientes (Escalante y Kohashi, 1993). Así el lombricompost del total de biomasa del cultivo 100 por ciento destina para la formación de grano 51.1 por ciento siendo más eficiente en comparación con los demás abonamientos, pero eso no se vio reflejado en el rendimiento ya que obtuvo bajos valores para los componentes de rendimiento más importantes como son el número de vainas por planta y el número de granos por vaina.

El índice de cosecha está afectado tanto por el factor genético como por el factor ambiental, en el cuál se desarrolla cada variedad; una misma variedad puede tener diferentes índices de cosecha, debido a las diferentes condiciones ambientales donde se desarrolla (Jaramillo, 1995). Al respecto, Ramírez (2008) afirma que el índice de cosecha se relaciona con los factores genéticos y el medio ambiente en la cual se desarrolla el experimento e influye en la planta para la formación de las partes vegetativas, reproductivas o de reserva. Lapeyre (1999), en un estudio de correlación de componentes de rendimiento, reporta que los días a la madurez y el índice de cosecha influyen en el rendimiento de grano seco.

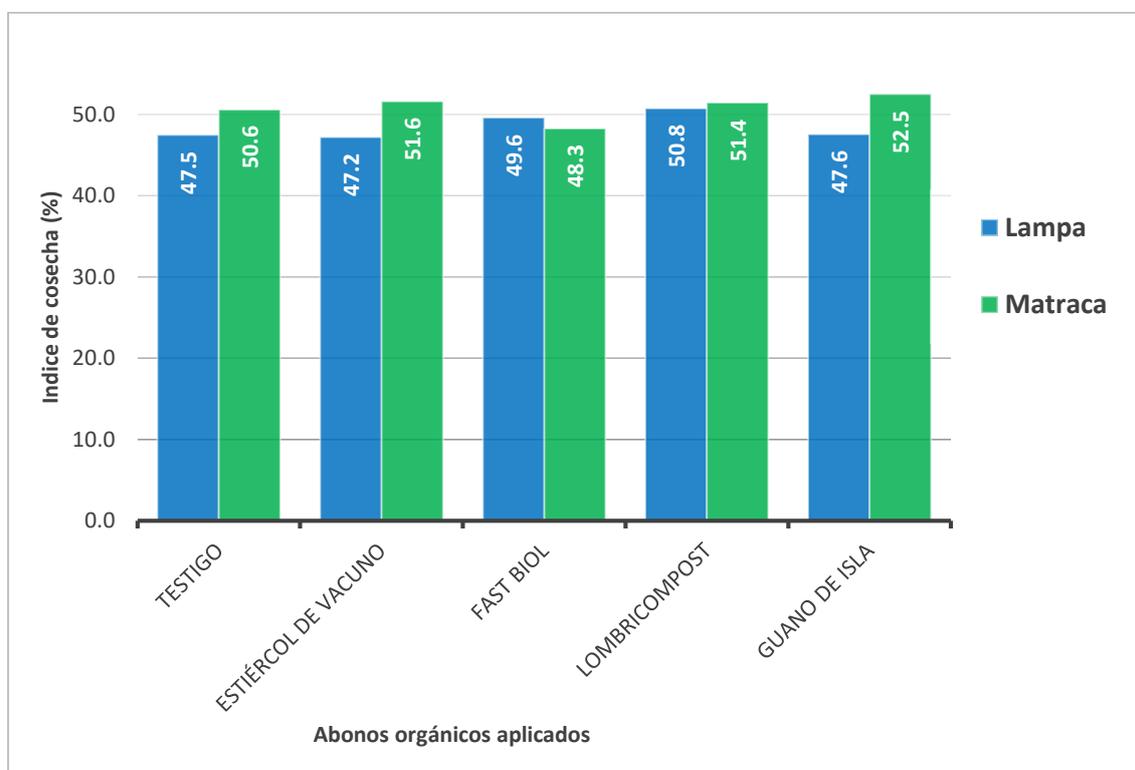


Figura 14. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y de dos sistemas de siembra sobre el índice de cosecha en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza del índice de cosecha se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro N° 12.

4.2.8. Porcentaje de vainas llenas por planta

De acuerdo a la figura 15, el porcentaje de vainas llenas por planta fluctúa entre 94,3 y 99,6 por ciento correspondientes al testigo con sistema de siembra matraca y el abonamiento con estiércol de vacuno con sistema de siembra con lampa respectivamente, equivalente a un incremento de 5,9 por ciento.

Según el análisis de varianza, nos indica que solo se encontró significación estadística para el factor principal abonamiento, con un coeficiente de variabilidad de 2.89 por ciento, lo cual está permitido para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación según Duncan al 0.05 (Cuadro 12), Indica que para los efectos principales sistemas de siembra no existe significación, siendo el sistema de siembra con matraca el mayor con valor de 96,4 por ciento respecto al sistema de siembra con lampa con 96,2 por ciento de porcentaje de vainas llenas.

Del análisis de efectos principales entre abonamientos, el estiércol de vacuno con valor de 98,2 por ciento de porcentaje de vainas llenas tiene diferencias significativas solo con el testigo con valor de 94,6 por ciento, equivalente a un incremento de 3,8 por ciento. el guano de islas, fast biol y lombricompost con valores de 96,9; 96,4 y 95,3 de porcentaje de germinación no tiene diferencias significativas con ninguno de los demás abonamientos y además se encuentran en un mismo nivel de significación.

Por los resultados obtenidos se puede inferir que el sistema de siembra no tuvo efectos sobre el porcentaje de vainas llenas, pero si los abonamientos, encontrándose que el testigo que no fue abonado tuvo menor porcentaje de vainas llenas, y el abonamiento con estiércol de vacuno mayor porcentaje de vainas llenas, además que este es el que obtuvo mayor rendimiento (kg/ha) y mayor número de granos por vaina, así como mayor número de vainas por planta con respecto al testigo.

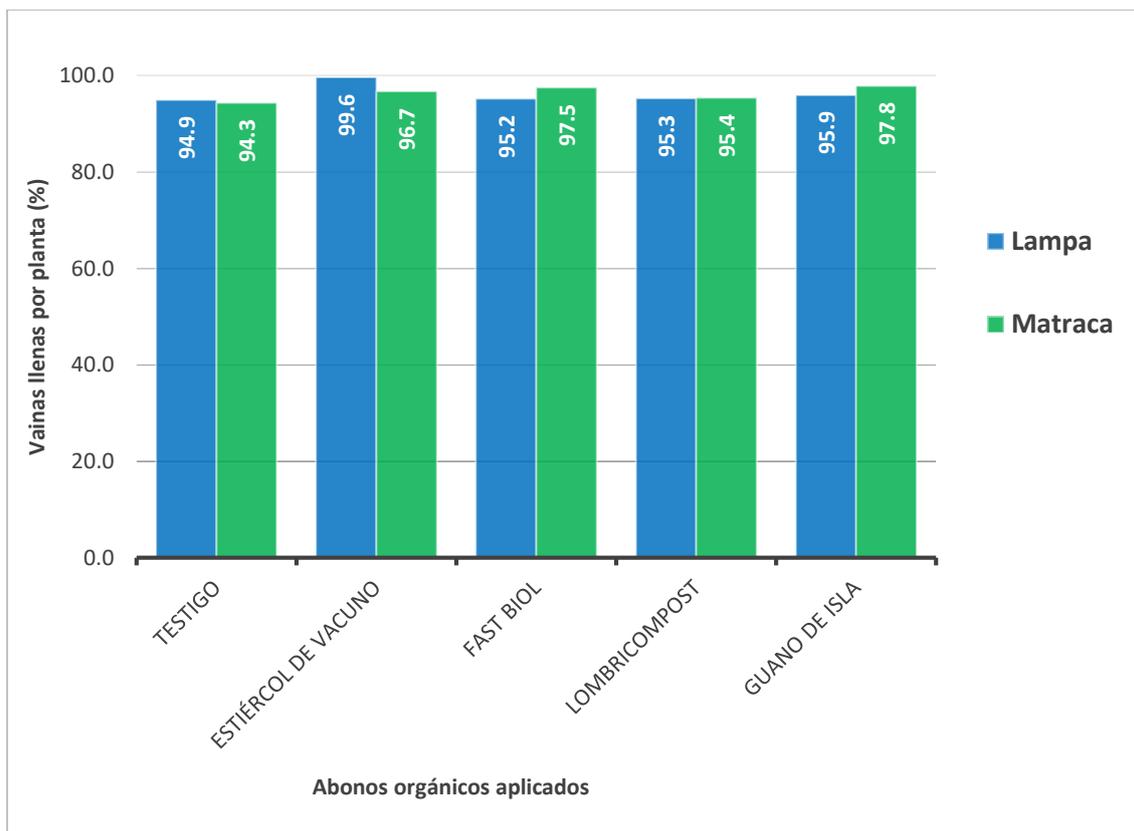


Figura 15. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y dos sistemas de siembra sobre el porcentaje de vainas llenas por planta en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza del porcentaje de vainas llenas por planta se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro N° 12.

4.3. Características de grano

4.3.1. Longitud de granos (cm)

De acuerdo a la figura 16, la longitud de granos fluctúa entre 1,32 y 1,40 correspondientes al testigo y guano de isla con sistema de siembra con lampa y al abonamiento con fast biol con sistema de siembra con matraca, equivalente a un incremento de 6,1 por ciento.

El análisis de varianza, nos indica que solo se encontró significación estadística para el factor principal abonamiento, con un coeficiente de variabilidad de 2,46 por ciento el cual está dentro del rango permitido para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación de medias según Duncan al 0,05 (cuadro 13), indica que para los efectos principales sistemas de siembra, el sistema de siembra con matraca tuvo mayor

longitud que el sistema de siembra con lampa con valores de 1,36 y 1,34 cm respectivamente, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellos.

Del análisis de efectos principales entre abonamientos, en un primer nivel de significación se encuentra el fast biol con 1,38 cm de longitud de grano teniendo diferencias significativas con el guano de islas y el testigo con valores de 1,34 y 1,33 cm de longitud de grano respectivamente, mientras que el estiércol de vacuno y lombricompost con valores similares 1,36 cm no tienen diferencias significativas con los demás abonamientos.

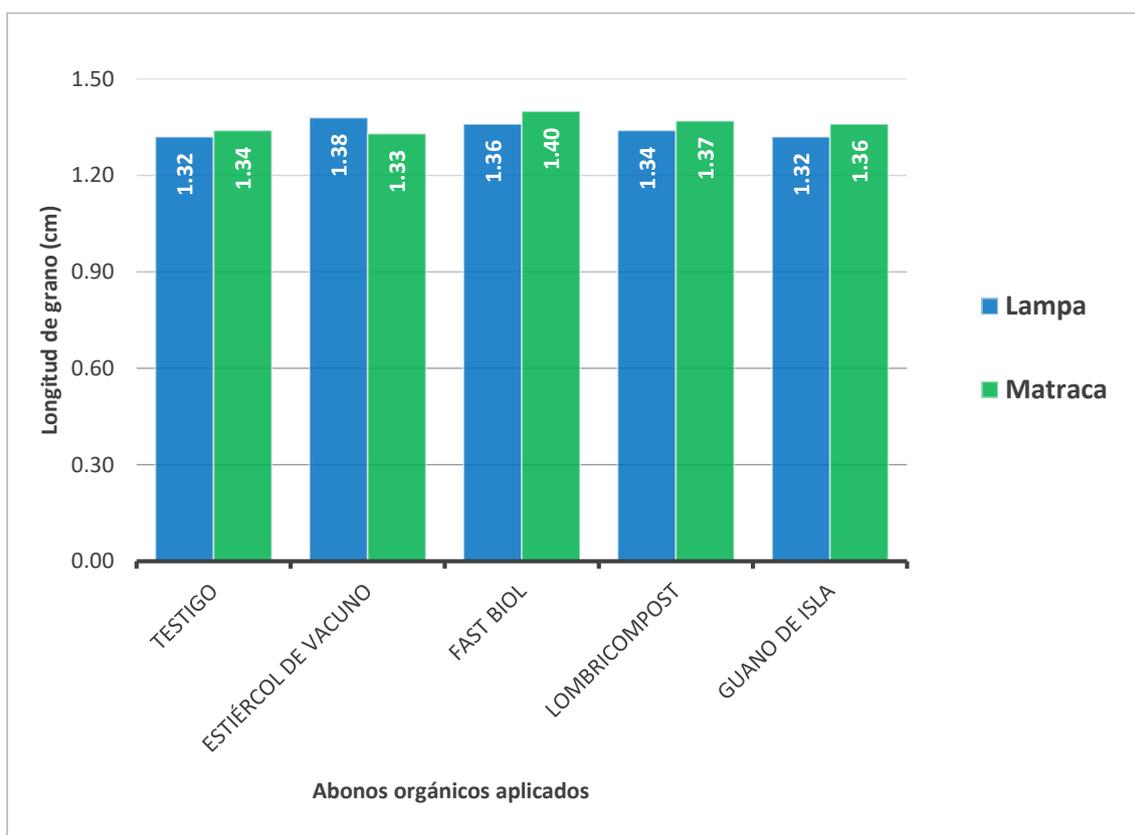


Figura 16. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y dos sistemas de siembra sobre la longitud de grano en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza de la longitud de granos se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro N° 13.

4.3.2. Ancho de grano (cm)

De acuerdo a la figura 17, el ancho de los granos fluctúa entre 0,72 cm obtenido por el testigo con sistema de siembra con lampa y 0,75 cm obtenido por los abonamientos con lombricompost y fast biol que tuvieron resultados iguales, equivalente a un incremento de 4,2 por ciento.

El análisis de varianza, nos indica que no se encontró diferencias significativas, con un coeficiente de variabilidad de 3,05 por ciento el cual se ubica dentro del rango permitido para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación de medias según Duncan al 0.05 (Cuadro 13), indica que para los efectos principales sistemas de siembra, el sistema de siembra con matraca obtuvo mayor valor que el sistema de siembra con lampa con 0,74 y 0,73 cm de ancho de grano respectivamente, no habiendo diferencias significativas entre ellos.

Del análisis de efectos principales entre abonamientos, se muestra que no existen diferencias significativas entre abonamientos. Además, el máximo valor se presenta bajo las condiciones del lombricompost con 0,75 cm de ancho de grano y por otro lado el valor mínimo se presenta bajo las condiciones del testigo y guano de islas con 0,73 cm de ancho de grano, equivalente a un incremento de 2,7 por ciento.

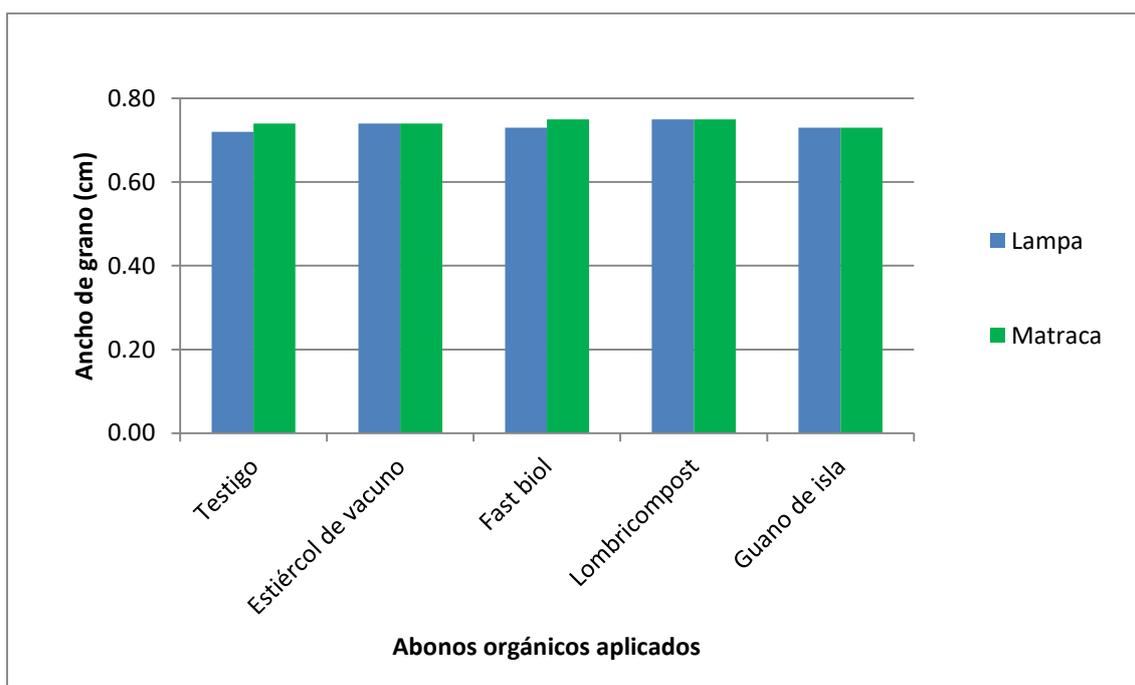


Figura 17. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y dos sistemas de siembra sobre el ancho de grano en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza del ancho de grano se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro N° 13.

4.3.3. Espesor de grano (cm)

En la figura 18, se muestran los promedios del parámetro espesor de grano de frijol común variedad “Blanco Molinero”, obteniéndose un promedio general de 0,66 cm. El análisis de varianza nos indica que no se encontró diferencias significativas, con un coeficiente de variabilidad de 3,36 por ciento el cual se ubica dentro de los rangos permitidos para los trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de comparación de Duncan al 0.05 (cuadro 13), indica que, para los efectos principales entre sistemas de siembra, el sistema de siembra con matraca con 0,67 cm de espesor de grano presenta diferencias significativas con el sistema de siembra con lampa con valor de 0,65 cm de espesor de grano.

Del análisis de efectos principales entre abonamientos, el abonamiento con fast biol con 0,68 cm de espesor de grano presenta diferencias significativas solo con el testigo con valor de 0,64 cm, con incremento de 6,2 por ciento. Además, el lombricompost, estiércol de vacuno y guano de islas con valores de 0,67, 0,66 y 0.66 cm de espesor de grano respectivamente.

Finalmente diremos que por los resultados obtenidos podemos afirmar que el sistema de siembra no tuvo efectos sobre el tamaño de grano, aunque se muestra un mayor tamaño de grano por parte del sistema de siembra con matraca, lo cual corrobora el peso de 100 semillas. Respecto a los abonamientos el que obtuvo mejores resultados en el tamaño de grano fue el fast biol, seguido del estiércol de vacuno y el que ocupó el último lugar fue el testigo en todos los casos, con lo cual también se puede inferir que el abonamiento no tuvo efecto sobre el tamaño de grano.

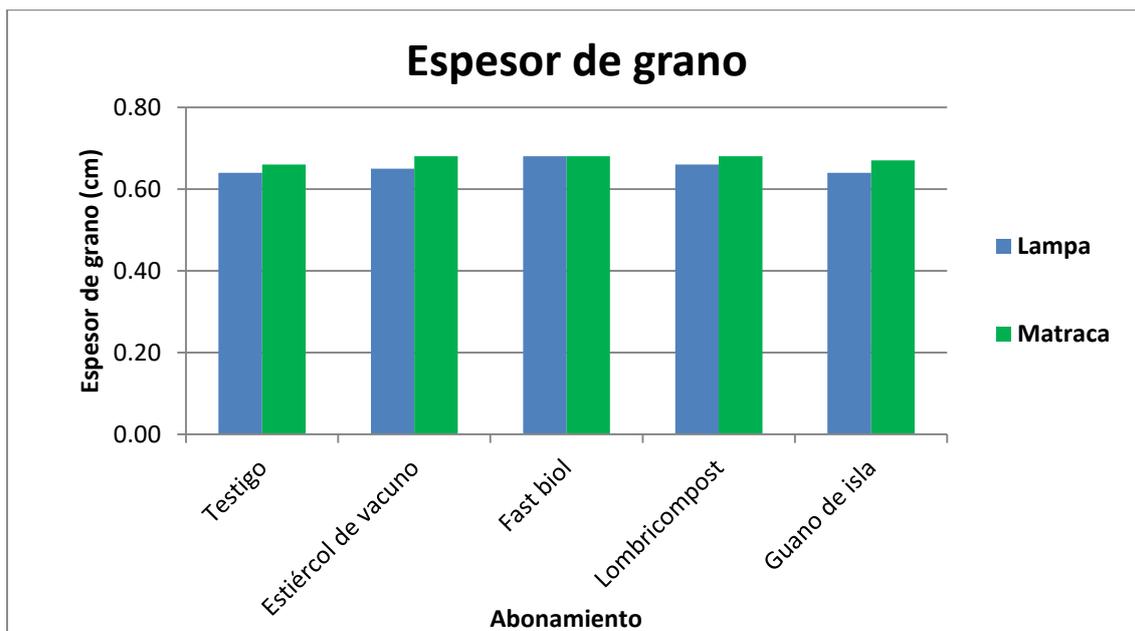


Figura 18. Efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica y dos sistemas de siembra sobre el espesor de grano en la variedad de frijol “Blanco Molinero”

El análisis de varianza del espesor de grano se puede revisar en el anexo N° 4 y el resumen del ANVA en el cuadro N° 13.

Cuadro 13: Resultados de la prueba de Duncan. Características de grano

	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
Sistemas de siembra			
Lampa	1,34 a	0,73 a	0,65 b
Matraca	1,36 a	0,74 a	0,67 a
Abonamiento			
Testigo	1,33 b	0,73 a	0,64 b
Estiércol de vacuno	1,36 ab	0,74 a	0,66 ab
Fast biol	1,38 a	0,74 a	0,68 a
Lombricompost	1,36 ab	0,75 a	0,67 ab
Guano de islas	1,34 b	0,73 a	0,66 ab
Sistema de siembra	n.s.	n.s.	*
Abonamiento	*	n.s.	n.s.
Interacción S x A	n.s.	n.s.	n.s.
Coefficiente de variabilidad (%)	2,46	3,05	3,36

4.4. Características cualitativas de grano

En el Cuadro 14, se aprecian los datos evaluados de las diferentes características cualitativas del frijol común variedad Blanco Molinero. Se cosechó el frijol cuando la mayoría de los granos llegaron a la madures de cosecha y luego se dejó secar en los ambientes del INIA para lograr que los granos tengan un 14 por ciento de humedad y obtengan el color (blanco puro) característico de la variedad.

Todos los tratamientos evaluados obtuvieron en su totalidad, un color blanco puro el cual es normal para esta variedad. Ningún tratamiento fue diferente a los demás en color, todos obtuvieron al misma tonalidad en cuanto al color de grano.

Todos los tratamientos llegaron a tener el mismo brillo en la semilla clasificándolo como **brillante**; asimismo en la forma de grano los tratamientos destacaron por su forma **truncada**; en cuanto a la venosidad, tuvieron una **venosidad ligera**. Además, se pudo apreciar que casi todos los tratamientos evaluados presentaron semillas del mismo tamaño.

Con respecto al sistema de siembra no se apreció diferencias ni en brillo, color forma, etc., a simple vista los dos sistemas de siembra, tanto el sistema de siembra con lampa como el sistema de siembra con matraca obtuvieron resultados similares en cuanto a las características cualitativas de grano.

Por todo lo expuesto se puede inferir que el sistema de siembra y el abonamiento no influyeron en las características cualitativas del grano de frijol común variedad blanco molinero.

Cuadro 14: Evaluación de las características cualitativas en los granos de frijol común variedad blanco molinero en condiciones de La Molina

Factor	Brillo	Color de grano	Forma de grano	Venosidad
Siembra con lampa				
Testigo	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Estiércol de vacuno	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Fast Biol	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Lombricompost	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Guano de Isla	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Siembra con matraca				
Testigo	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Estiércol de vacuno	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Fast Biol	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Lombricompost	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera
Guano de Isla	Brillante	Blanco puro	Truncado	Ligera

4.5. Análisis económico del frijol común variedad “Blanco Molinero”

Se efectuó el análisis económico correspondiente de los resultados del experimento en base a los datos de los anexos respectivos.

El Cuadro 15 muestra el análisis económico y la rentabilidad de los tratamientos de frijol común variedad blanco molinero en los dos sistemas de siembra. Los costos totales fueron calculados para cada tratamiento considerando una hectárea de terreno y se tuvo en cuenta, la preparación del terreno, los insumos utilizados, las labores culturales realizadas, la cosecha y la post-cosecha (Anexo N° 5). Asimismo, en dicho cuadro se presenta los rendimientos alcanzados por hectárea, el ingreso neto, ingreso bruto y la rentabilidad.

El índice de rentabilidad se obtuvo relacionando la utilidad neta respecto a su costo de producción expresado en porcentaje, indicando la tasa de ganancia que se tiene por unidad de inversión en el costo de producción, es decir, que por cada 100 soles invertidos se obtiene cierta cantidad de ganancia (el valor dado en porcentaje). Se indica que las estimaciones efectuadas son para una producción destinada a ser comercializada en el mercado local,

razón por el cual se ha considerado el precio de S/. 3,40 por kg de grano seco en chacra para esta variedad y en la época de cosecha.

El costo total de producción varía de acuerdo al tratamiento aplicado. Esta evaluación nos permite seleccionar los tratamientos que tuvieron altos rendimientos y bajo costo de producción. El ingreso neto se obtiene de la diferencia que existe del ingreso bruto y los costos de producción mediante el cual, se obtiene el índice de rentabilidad para cada tratamiento el cual ya se explicó líneas arriba. De acuerdo a los resultados obtenidos casi todos los tratamientos tuvieron rentabilidad positiva a excepción del lombricompost que alcanzó rentabilidad negativa en ambos sistemas de siembra.

Los tratamientos con mayores costos de producción fueron en promedio el lombricompost y el guano de islas con valores de 7883 y 5453 soles por hectárea respectivamente, y el menor costo de producción fue para el testigo con un costo promedio de 3989 soles por hectárea.

El cultivo de frijol, con aplicación de estiércol de vacuno, alcanzó un costo de producción promedio de 4933 soles por hectárea el cual es menor en comparación con los demás abonamientos, en especial con el lombricompost el cual tuvo mayor costo de producción, existiendo un incremento de 2950 soles respecto al primero debido al elevado costo del lombricompost (10 toneladas por hectárea) con un costo de 3000 soles.

La rentabilidad nos permite evaluar con mayor eficiencia los tratamientos empleados, el abonamiento con estiércol de vacuno resultó ser el más rentable con una rentabilidad promedia de 72.9 por ciento, mientras que el abonamiento con lombricompost tuvo una rentabilidad negativa con un promedio de -24.3 por ciento entre los dos sistemas de siembra y un déficit promedio de 1913 soles, debido principalmente al mayor costo del abono y baja producción obtenida. El abonamiento con fast biol tuvo una rentabilidad promedio de 63.2 por ciento seguido del testigo y guano de islas, con valores de 49,3 y 37,8 por ciento respectivamente; el testigo tuvo una rentabilidad mayor que el guano de islas, pero esto fue inverso en lo que respecta al ingreso neto. Sin embargo, los abonos orgánicos sólidos (estiércol de vacuno, lombricompost y guano de islas) podrían reducir su costo de producción y con ello aumentar su rentabilidad ya que no es necesario aplicarlo en todas las campañas, para este cultivo.

Con respecto a los sistemas de siembra, el mayor costo de producción lo obtuvo en promedio el sistema de siembra con lampa con 5517 soles por hectárea a lo conseguido por el sistema

de siembra con matraca con 5340 soles por hectárea, esta diferencia de 177,00 soles en todos los abonamientos se debió principalmente al mayor gasto de mano de obra al momento de la siembra por parte del sistema siembra tradicional (siembra con lampa). Debido a esto el sistema de siembra con matraca obtuvo mayor rentabilidad superando en 4.3 por ciento al sistema de siembra con lampa.

Finalmente, se tomó como referencia el rendimiento más alto obtenido en el ensayo conjuntamente con el tratamiento bajo el cual se hallaba: es decir, un rendimiento de 2536 kg/ha bajo un sistema de siembra con matraca; nos da un índice de rentabilidad equivalente a 78 por ciento.

Cuadro 15: Análisis económico de la aplicación de abonos orgánicos en frijol común var. “Blanco Molinero” con dos sistemas de siembra

Abonamiento	Rendimiento (kg/ha)	Costo total (S /.)	Precio (S/. x kg)	Ingreso bruto (S/.)	Ingreso neto (S/.)	Rentabilidad (%)
Siembra con lampa						
Testigo	1793	4078	3,40	6096	2018	49.5
Estiércol de vacuno	2480	5022	3,40	8432	3410	67.9
Fast biol	2241	4970	3,40	7619	2649	53.3
Lombricompost	1796	7972	3,40	6106	-1865	-23.4
Guano de isla	2294	5541	3,40	7800	2259	40.8
Siembra con matraca						
Testigo	1710	3901	3,40	5814	1913	49.0
Estiércol de vacuno	2536	4845	3,40	8622	3778	78.0
Fast biol	2440	4793	3,40	8296	3503	73.1
Lombricompost	1716	7795	3,40	5834	-1960	-25.2
Guano de isla	2128	5364	3,40	7235	1871	34.9

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de las evaluaciones del efecto de la materia orgánica y el sistema de siembra en el rendimiento de frijol común “Blanco Molinero” sembrado bajo las condiciones de La Molina, se concluye lo siguiente:

1. El abonamiento con estiércol de vacuno incrementó significativamente el rendimiento de grano seco con respecto a los demás tratamientos; los tratamientos con fast biol y guano de islas obtuvieron los mayores rendimientos después del estiércol de vacuno.
2. El tratamiento más rentable fue el abonamiento con estiércol de vacuno con una rentabilidad promedio de 72,9 por ciento debido al bajo costo del insumo y al mayor rendimiento en grano seco; por el contrario, la menor rentabilidad fue el lombricompost reportando rentabilidad negativa de -24,3 por ciento.
3. La siembra manual con matraca requirió la mitad del tiempo que la siembra con lampa. Esto resultó en una mayor rentabilidad en los tratamientos sembrados con el sistema de siembra manual con matraca. El análisis económico permite justificar la siembra con matraca.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de abonos orgánicos, en especial el estiércol de vacuno sobre los demás, bajo condiciones de labranza cero y riego por goteo.
2. Se recomienda el uso del sistema de siembra con matraca frente al sistema de siembra con lampa ya que disminuye el gasto de mano de obra en la siembra a la mitad.
3. Realizar ensayos en un sistema de riego por gravedad y con labranza convencional, para ver el efecto de los abonos orgánicos sobre el rendimiento de frijol común.
4. Evaluar los efectos de los abonos orgánicos en el mejoramiento de las condiciones físicas y químicas del suelo y su implicancia en el rendimiento del frijol común bajo condiciones de riego por goteo.
5. Efectuar ensayos con los sistemas de siembra más utilizados en nuestro país junto, con el fin de determinar cuál sistema de siembra se adapta mejor a nuestras condiciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, R. L. 1991. Manual técnico sobre crianza de lombrices. FDA. Lima
- Arteaga, M. L. 1982. Efecto del régimen de riego en el rendimiento de tres variedades de frijol. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM, Lima - Perú. 127 p.
- Cadahia, C. 1998. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. 1º Edición. Madrid - España. Mundi - Prensa. 475 pp.
- Camarena M., F.; Huaranga J., A.; Mostacero N., E. 2009. Innovación tecnológica para el incremento de la producción del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Primera edición. Universidad Nacional Agraria La Molina- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. 232p.
- Chiappe, L.; Camarena, F.; Vega, H.; Huaranga, A. 2003. Avances de las investigaciones en menestras en el área algodonera de la costa central peruana. *Agronomía*, 48: 35-40.
- Chiappe, L. 1992. Evaluación del potencial agrícola de la costa central. una propuesta para incrementar la frontera de producción agrícola del frijol. Tesis Mg.Sc. Especialidad de Producción Agrícola. UNALM. 82 pp.
- Chirinos, A. 2005. Evaluación de diferentes sistemas de fertilización orgánica - mineral en el cultivo de algodón Tanguis var. UNA - Centenario La Molina 2001 - 2002. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima - Perú. 126 p.
- CIAT (Centro Internacional de agricultura Tropical). 1994. Vivero internacional de rendimiento y adaptación de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) IBYAN 1980; frijol arbustivo de grano de diferentes colores. Cali- Colombia. 334 p.
- CIAT, 1983. "Hojas de Frijol para América Latina", Hoja Informativa del Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical. Volumen 5 N° 1, febrero 1983. Cali - Colombia.
- CONAPO (Comisión Nacional de Productos Orgánicos), 2003. Plan nacional de fomento de la agricultura ecológica/orgánica. 13 p.

- CONAPO. 2006. Reglamento técnico para los productos orgánicos. MINAG 2008. 37 p.
- Cruz, M. 2011. Estudio comparativo de los costos de producción y rendimiento de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo cuatro métodos de labranza: arado de rejas, arado de discos, cultivador de campo y cero labranzas. Tesis Ing. Agrícola UNALM, Lima - Perú. 112 p.
- Daza, J.V. 1990. Efecto de diversos abonos orgánicos en la fertilidad física y química de un suelo arenoso, y en el rendimiento de un cultivo de vainita. (var. "Bush Blue Lake"), Pachacamac, Departamento de Lima. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 69 p.
- Debouck, D. 1986. La búsqueda de diversidad genética de *Phaseolus vulgaris*, en los tres centros americanos, como servicio de fitomejoramiento del cultivo de frijol. CIAT. Seminarios internos. Set 02/86. Cali - Colombia. 20 p.
- Del Carpio, R. 1983. Informe Anual del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 80pp.
- Domínguez V., A. 1993. Fertirrigación. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, España. 217 p.
- Doorenbos, J. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Riego y drenaje N° 2, Roma.
- Escalante, E. Y J. Kohashi Shibata. 1993. El rendimiento y crecimiento de frijol. Manual para la toma de datos. Centro de botánica, Editorial Número 306. Montecillo, México. 84 p.
- Escalante, E. 1982. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento en grano y sus componentes en dos cultivares de Frijol. Tesis Ing. Agrónomo. Instituto Superior Agropecuario de Estado de Guerrero. México .81 p.
- FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación). 2012. Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible. Herramientas, maquinarias y equipos. Consultados en septiembre 2013. Disponible en: http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/tme/tools.pdf
- FAO. 2008. Siembra con labranza cero en agricultura de conservación. Consultado en septiembre del 2013. disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/al298s/al298s.pdf>

- Ferruzzi, C. 1987. Manual de lombricultura. Mundi - prensa Madrid. 138p.
- Fundación MCCH. Fertilización orgánica. Quito - Ecuador. 17 p.
- Gaspar, A. C. 1980. Evaluación de 25 variedades de frijol negro en siembra de invierno para la costa central. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima-Perú. 66 p.
- Gómez B., Y. 1996. Efecto de tres niveles de humus de lombriz y de estiércol de vacuno en un cultivo de arveja en la comunidad campesina de San Pedro de Casta (cuena del río Santa Eulalia). Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima - Perú. 108 p.
- Gross, A., Dominguez V., A. 1992. Abonos guía práctica de la fertilización, 8va. Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid - España. 119 p.
- Guerrero B., J. 1993. Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Lima – Perú. ADRA. 90 p
- Gutierrez, M. 2008. Comportamiento de 6 líneas promisoras de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo canario en sistema de invierno en costa central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima-Perú
- Iparraguirre, R. 2007. Tipos de excretas y degradación aeróbica del estiércol en el compostaje. Tesis Ing. Zootecnista UNALM. Lima- Perú.
- Jaramillo, B. 1995. Comportamiento de 16 variedades de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima – Perú. 85 p.
- Kay Daysi, E. 1985. Legumbres alimenticias, traducción, María Paz Hidalgo. Ed. Acribia S.A. Zaragoza-España.
- Labrador, J. 2001. La materia orgánica en los agroecosistemas. 1era Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Lapeyre, B. 1999. Evaluación técnica económica de la siembra de 8 variedades de frijoles amarillos (*Phaseolus vulgaris* L.) en costa central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima - Perú.
- López, M. 1986. Comportamiento de 8 variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en los ambientes de la Costa Central del Perú. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima – Perú. 95 p.
- Maroto, J.V. 2002. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensa. Madrid - España.

- Mccaskey T. A. 1990. Health aspects associated with the feeding of swine waste. Un Recurso Renovable, Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre el Manejo y Aprovechamiento del Estiércol de Cerdo. CINVESTAV, Universidad de Guadalajara, CONACYT p 33-48
- Meneses, R.; Waaijenberj, H.; Pierola, L. 1996. Las leguminosas en la agricultura boliviana, revisión bibliográfica. Editores Cochabamba-Bolivia.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI). 2019. Perú. Consultado en diciembre 2021. Disponible en: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/26-produccion-agricolaMontes>.
- R. 1998. Comportamiento de la variedad de frijol tipo canario (*Phaseolus vulgaris* L.) de verano en costa central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima-Perú.
- Mosquera, B. 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Ecuador: FONAG.
- Olivera, P. 1980. Componentes de rendimientos de 18 selecciones de frijol amarillo. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima-Perú. 66 pp.
- Peralta, R. 2010. Determinación de parámetros óptimos en la producción de fast biol usando las excretas del ganado lechero del establo de la UNALM. Tesis Biólogo UNALM. Lima, Perú.
- Poehlman, J.M., Allen S. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. Edición número 2. Missouri. Editorial L. 512 p.
- RAAA (Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos) 2002. Abonos orgánicos líquidos. Consultado en octubre del 2012. disponible en: <http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/7129/1/BVCI0006480.pdf>
- Ramírez, J. 2008. Ensayo preliminar de rendimiento en las líneas promisorias de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo canario en condiciones de costa central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima-Perú. 64 pp.
- Reyes, E. 2008. Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. Investigación Científica. 4(3): 1870-8196.

- Restrepo, C. Y LIANG 1979. Conceptos básicos de fisiología de frijol. Curso intensivo de adiestramiento post - grado de investigación de producción de frijol CIAT Cali – Colombia. 12 p.
- Restrepo, J. 2005. Agricultura Orgánica, biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Fundación Juquira Candiru, Rio de Janeiro, Brasil. 96 p.
- Rodríguez, W.1951. El cultivo de frijol en la Costa Central y causas de los bajos rendimientos. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura. Lima-Perú. 104 p.
- SAAVEDRA González, Manuel. Biodegradación de alperujo utilizando hongos del género *Pleurotus* y anélidos de la especie *Eisenia foetida*. Tesis doctoral. Granada, España. Universidad de Granada, Instituto de Biotecnología. 2007
- Salazar, T. L. 1969. Efecto de cuatro frecuencias de riego sobre el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agrónomo. UNALM, Lima -Perú. 65 p.
- Shimabukuro, R. 1996. Efecto de la aplicación de ácidos húmicos y fertilizantes foliares en el rendimiento de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Bush Blue Lake. Tesis. Ing. Agrónomo. UNALM. Lima - Perú, 77 pp.
- Simpson, Ken. 1986. Abonos y estiércoles. Acribia. 276 p.
- Sing, S. 1999. Mejoramiento del frijol común en el ciclo XXI. Publicado por la academia Kluwer. The Nertherlands. 405 pp.
- Tobaru, J. 2001. Efecto de diferentes manejos agronómicos en el rendimiento y calidad de grano de frijol UNAGEM-2. Tesis. Ing. Agrónomo. UNALM. Lima-Perú. 70 pp.
- Ugás, R. 2009. El protagonismo invisible de la agricultura orgánica. La revista agraria. Vol 112. pp 4-6.
- Valladolid, A. 1993. El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. INIA. - Proyecto TTA (Transferencia de Tecnología Agropecuaria). Colección INIA. Lima-Perú.
- Vilcapoma G., M. Flores. 1994. Botánica Sistemática. Guía de prácticas. UNALM. Lima - Perú.

- Villanueva, L. P. 2009. Efecto de dos cepas de *Rhizobium* y abono orgánico en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Canario Molinero PLVI/1-3 en condiciones de la Molina. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM, Lima - Perú. 111 p.
- Voysest, O. 1979. Resultados de 1er. Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L). CIAT. Cali. Colombia.
- Zavaleta, G. 1992. Edafología: el suelo en relación con la producción. Lima-Perú. Editorial CONCYTEC. 223 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Promedios evaluados de las características agronómicas

Tratamientos	Bloque	Altura de plantas (cm)	Longitud de vaina (cm)	Peso seco de planta (g)	Germinación (%)
1	I	25,30	14,30	27,64	98,21
	II	28,20	14,10	19,41	96,43
	III	29,30	13,40	25,08	94,05
	IV	29,20	13,70	21,26	96,43
2	I	29,50	14,10	32,74	99,40
	II	35,90	13,90	27,22	97,02
	III	32,50	14,30	33,55	97,02
	IV	33,10	14,30	25,28	93,45
3	I	25,20	13,70	18,51	100,00
	II	28,20	14,10	24,50	96,43
	III	30,00	13,80	20,53	97,62
	IV	36,30	14,40	33,34	95,24
4	I	27,90	13,30	20,67	85,12
	II	25,50	13,40	19,44	99,40
	III	25,00	13,80	18,05	97,62
	IV	34,90	13,90	34,13	95,24
5	I	30,30	13,80	31,09	97,62
	II	32,00	14,40	21,82	96,43
	III	29,10	14,20	24,33	94,05
	IV	26,40	13,50	17,25	94,64
6	I	22,20	13,30	23,36	94,64
	II	31,70	14,50	29,30	89,88
	III	28,70	12,90	17,63	98,81
	IV	31,60	13,80	23,70	97,02
7	I	30,10	14,00	26,26	96,43
	II	33,00	14,10	27,81	92,86
	III	31,00	14,10	36,80	88,10
	IV	34,50	14,00	27,76	98,81
8	I	29,50	13,30	35,17	97,62
	II	31,00	13,90	22,54	94,05
	III	28,50	14,60	30,08	86,90
	IV	28,70	13,50	20,54	95,83
9	I	26,50	13,00	27,65	95,83
	II	26,50	13,70	21,21	95,24
	III	28,70	14,40	28,91	92,86
	IV	26,80	13,90	22,52	94,64
10	I	29,50	14,30	33,82	93,45
	II	24,90	14,10	19,92	95,24
	III	30,80	14,30	26,92	88,10
	IV	36,00	14,30	28,91	82,14

Anexo 2: Promedios evaluados de los componentes de rendimiento

Trat	Bloq	Rendimiento de grano seco (Kg/Ha)	Nº de vainas/planta	Nº de granos por vaina	Nº de lóculos por vaina	Peso de granos/planta (g)	Peso de 100 semillas (g)	Índice de cosecha	% de vainas llenas
1	I	1793,33	6,00	4,20	5,20	12,25	48,60	44,31	94,92
	II	1786,67	5,90	4,10	4,50	9,12	45,40	46,99	96,97
	III	1638,89	6,60	4,20	4,70	11,78	42,50	46,97	92,06
	IV	1954,44	5,80	4,20	4,60	10,99	43,60	51,68	95,77
2	I	2577,78	7,10	4,30	5,10	15,11	49,50	46,15	98,51
	II	2522,22	6,30	4,20	4,60	12,04	45,50	44,24	100,00
	III	2632,22	6,90	4,40	4,90	15,51	51,10	46,24	100,00
	IV	2191,11	6,30	4,50	5,00	13,18	46,50	52,15	100,00
3	I	2094,44	5,40	3,70	5,10	8,27	41,40	44,69	97,33
	II	2261,11	6,00	4,40	4,70	12,25	46,40	50,00	93,65
	III	2175,56	5,60	4,10	5,10	10,70	46,60	52,11	97,18
	IV	2436,67	7,80	4,40	4,60	17,19	50,10	51,58	92,73
4	I	1677,78	5,00	4,00	4,70	9,78	48,90	47,32	93,33
	II	1751,11	5,70	3,90	4,20	10,49	47,20	53,97	96,15
	III	1847,78	4,90	4,30	4,90	8,74	41,50	48,44	93,75
	IV	1910,00	8,30	4,50	4,70	18,19	48,70	53,30	97,85
5	I	2466,67	6,50	4,20	5,00	12,37	47,50	39,79	100,00
	II	2056,67	5,70	4,40	4,80	12,57	47,60	57,60	94,87
	III	2440,00	6,20	4,40	5,00	9,75	45,20	40,06	95,77
	IV	2215,56	5,00	4,30	4,70	9,10	44,10	52,75	93,10
6	I	1590,00	5,60	3,90	4,70	11,65	51,50	49,86	96,77
	II	1790,00	6,40	4,40	4,70	15,50	54,20	52,90	86,76
	III	1732,22	5,80	3,40	4,40	7,91	40,10	44,86	97,06
	IV	1727,78	6,80	4,00	4,40	12,97	47,00	54,75	96,67
7	I	2795,56	6,90	4,00	4,90	13,96	53,70	53,18	94,34
	II	2381,11	7,40	4,30	4,60	14,81	49,90	53,23	98,28
	III	2478,89	6,80	4,70	5,10	16,20	50,70	44,03	94,23
	IV	2492,22	8,10	4,40	4,70	15,53	49,70	55,93	100,00
8	I	2410,00	7,30	3,90	4,90	15,35	53,90	43,63	94,74
	II	2617,78	5,90	4,00	4,60	12,04	51,00	53,40	98,36
	III	2456,67	6,90	4,00	4,50	13,91	51,90	46,24	98,25
	IV	2278,89	5,10	3,90	4,10	10,22	51,40	49,77	98,73
9	I	1733,33	6,60	4,80	4,60	14,38	45,40	52,03	97,01
	II	1687,78	4,40	4,30	4,80	11,42	49,20	53,85	95,00
	III	1704,44	6,10	4,60	5,10	13,92	49,60	48,14	96,88
	IV	1738,89	3,80	4,50	4,60	11,66	50,80	51,78	92,59
10	I	2135,56	8,40	4,40	5,30	16,61	51,00	49,10	97,26
	II	2068,89	5,00	4,50	4,70	11,23	49,90	56,35	94,03
	III	2036,67	7,50	4,30	5,00	13,48	44,80	50,09	100,00
	IV	2272,22	9,10	4,40	4,70	15,74	50,40	54,45	100,00

Anexo 3: Promedios evaluados de calidad de grano

Tratamientos	Bloque	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
1	I	1,30	0,73	0,66
	II	1,30	0,73	0,65
	III	1,32	0,69	0,61
	IV	1,35	0,74	0,64
2	I	1,41	0,73	0,64
	II	1,38	0,75	0,63
	III	1,36	0,75	0,65
	IV	1,36	0,72	0,69
3	I	1,42	0,78	0,68
	II	1,36	0,74	0,69
	III	1,33	0,69	0,68
	IV	1,35	0,72	0,66
4	I	1,38	0,76	0,68
	II	1,34	0,73	0,66
	III	1,27	0,74	0,64
	IV	1,36	0,76	0,66
5	I	1,32	0,76	0,63
	II	1,36	0,75	0,69
	III	1,26	0,70	0,63
	IV	1,32	0,71	0,62
6	I	1,33	0,73	0,66
	II	1,30	0,73	0,66
	III	1,31	0,75	0,62
	IV	1,40	0,76	0,68
7	I	1,31	0,73	0,66
	II	1,39	0,76	0,70
	III	1,25	0,73	0,68
	IV	1,38	0,74	0,66
8	I	1,41	0,77	0,68
	II	1,43	0,76	0,72
	III	1,33	0,72	0,63
	IV	1,42	0,75	0,67
9	I	1,38	0,76	0,68
	II	1,34	0,74	0,67
	III	1,35	0,78	0,69
	IV	1,39	0,73	0,69
10	I	1,42	0,77	0,70
	II	1,34	0,70	0,67
	III	1,30	0,71	0,63
	IV	1,41	0,75	0,67

Anexo 4: Análisis de varianza características agronómicas

Características Agronómicas

ANVA $\alpha = 0.05$		Altura de planta			Longitud de vainas			Peso seco			Germinación (%)		
Fuente de variación	GL	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación
Sistema (S)	1	0,32	0,04	N.S.	0,00	0,02	N.S.	30,57	1,02	N.S.	70,15	4,47	*
Abonamiento (A)	4	26,95	3,16	*	0,32	1,88	N.S.	47,38	1,59	N.S.	12,03	0,77	N.S
Bloques	3	28,96	3,39	*	0,19	1,14	N.S.	33,10	1,11	N.S.	10,55	0,67	N.S
SxA	4	1,46	0,17	N.S.	0,10	0,59	N.S.	5,57	0,19	N.S.	11,43	0,73	N.S
Error	27	8,53			0,17			29,85			15,68		
Total	39												
CV (%)			9,87			2,95			21,29			4,18	

Calidad de grano

ANVA $\alpha = 0.05$		Largo				Ancho			Espesor		
Fuente de variación	GL	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación	
Sistema (S)	1	0,003	2,61	N.S.	0,001	1,77	N.S.	0,003	5,48	*	
Abonamiento (A)	4	0,003	2,96	*	0,000	0,90	N.S.	0,001	2,21	N.S.	
Bloques	3	0,009	8,06	**	0,001	2,22	N.S.	0,001	2,86	N.S.	
SxA	4	0,003	2,46	N.S.	0,000	0,29	N.S.	0,000	0,51	N.S.	
Error	27	0,001			0,001			0,001			
Total	39										
CV (%)			2,46			3,05			3,36		

Anexo 5: Análisis de varianza componentes de rendimiento

Componentes de rendimiento

ANVA $\alpha = 0.05$		Rendimiento por hectárea			Número de vainas por planta			Número de granos por vaina			Número de lóculos por vaina		
Fuente de variación	GL	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación
Sistema (S)	1	2266,68	0,11	N.S	1,19	1,07	N.S.	0,00	0,00	N.S.	0,07	1,86	N.S
Abonamiento (A)	4	952653,97	44,21	**	2,24	2,01	N.S.	0,23	4,37	**	0,10	2,54	N.S
Bloques	3	2369,30	0,11	N.S	1,04	0,93	N.S.	0,05	0,95	N.S.	0,30	7,74	**
SxA	4	41345,98	1,92	N.S	1,56	1,40	N.S.	0,12	2,38	N.S.	0,08	2,02	N.S
Error	27	21546,92			1,12			0,05			0,04		
Total	39												
CV (%)			6,94			16,72			5,4			4,14	

ANVA $\alpha = 0.05$		Peso seco de granos por planta			Peso de 100 semillas			Índice de cosecha			Porcentaje de vainas llenas/planta		
Fuente de variación	GL	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación	CM	F cal	Significación
Sistema (S)	1	21,18	3,15	N.S.	116,28	12,44	**	55,77	5,07	*	0,23	0,03	N.S.
Abonamiento (A)	4	9,96	1,48	N.S.	11,69	1,25	N.S.	6,40	0,58	N.S.	15,22	1,96	N.S.
Bloques	3	4,15	0,62	N.S.	14,23	1,52	N.S.	107,88	9,80	**	3,51	0,45	N.S.
SxA	4	2,21	0,33	N.S.	4,23	0,45	N.S.	13,92	1,26	N.S.	8,81	1,14	N.S.
Error	27	6,72			9,35			11,01			7,75		
Total	39												
CV (%)			20,42			6,36			6,68			2,89	

Anexo 6: Costo de producción por hectárea T1 (S0A0)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.- COSTOS DIRECTOS					
<u>GASTOS DEL CULTIVO</u>					
A. MANO DE OBRA					
1. Preparación del terreno					330
Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2. Labores culturales					1140
Siembra	jornal	10	30	300	
Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
Riegos	jornal	2	30	60	
Deshierbos	jornal	20	30	600	
3. Cosecha					390
Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
Trilla manual	jornal	4	30	120	
Venteador y ensacado	jornal	4	30	120	
N° TOTAL DE JORNALES		62			
TOTAL MANO DE OBRA					1860
B. MAQUINARIA AGRICOLA					
1. Labores culturales					0
traslado de abono	Hr/maq	0	60	0	
N° TOTAL HORAS MAQUINA		0			
TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					0
GASTOS ESPECIALES					
1. Insumos					1120
semillas	Kg	140	8	1120	
2. Riego					373.56
Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
Sistema de riego	..	..	..	367	
3. Insecticidas					102.25
Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
Aceite multigrado	litro	1	10	10	
Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
TOTAL GASTOS ESPECIALES					1595.81
TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					1860
TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					3455.81
II.- COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5% Cd)					172.79
Gastos administrativos (8% Cd)					276.46
Gastos financieros (5% Cd)					172.79
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					622.05
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION					4077.86
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA					
		Unidades			
Rendimiento (kg/ha)		Kg			1793
Precio promedio de venta unitario		S /.			3.4
Valor neto de la producción		S /.			6096.2
V.- ANALISIS ECONOMICO					
		Unidades			
Valor neto de la producción		S /.			6096.20
Costo de producción total		S /.			4077.86
Utilidad neta de la producción		S /.			2018.34
Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
Costo de producción/Kg		S /.			2.27
Margen de utilidad/Kg		S /.			1.13
Índice de rentabilidad		(%)			49.50

Anexo 7: Costo de producción por hectárea T2 (S0A1)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.- COSTOS DIRECTOS					
GASTOS DEL CULTIVO					
A MANO DE OBRA					
1 Preparación del terreno					570.00
Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
Incorporación de materia orgánica	jornal	8	30	240	
Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2 Labores culturales					1140.00
Siembra	jornal	10	30	300	
Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
Riegos	jornal	2	30	60	
Deshierbos	jornal	20	30	600	
3 Cosecha					390.00
Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
Trilla manual	jornal	4	30	120	
Venteador y ensacado	jornal	4	30	120	
N° TOTAL DE JORNALES		70			
TOTAL MANO DE OBRA					2100.00
B MAQUINARIA AGRICOLA					
1 Labores culturales					60.00
Traslado de estiércol	Hr/maq	1	60	60	
N° TOTAL HORAS MAQUINA		1			
TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					60.00
GASTOS ESPECIALES					
1 Insumos					1120.00
Semillas	Kg	140	8	1120	
2 Materia orgánica					500.00
Estiércol de vacuno	ton	10	50	500	
3 Riego					373.56
Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
Sistema de riego	..	..	.	367	
4 Insecticidas					102.25
Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
Aceite multigrado	litro	1	10	10	
Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
TOTAL GASTOS ESPECIALES					2095.81
TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					2160.00
TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					4255.81
II.- COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5% Cd)					212.79
Gastos administrativos (8% Cd)					340.46
Gastos financieros (5% Cd)					212.79
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					766.05
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION					5021.86
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA					
Unidades					
Rendimiento (kg/ha)		Kg			2480.00
Precio promedio de venta unitario		S /.			3.40
Valor neto de la producción		S /.			8432.00
V.- ANALISIS ECONOMICO					
Unidades					
Valor neto de la producción		S /.			8432.00
Costo de producción total		S /.			5021.86
Utilidad neta de la producción		S /.			3410.14
Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
Costo de producción/Kg		S /.			2.02
Margen de utilidad/Kg		S /.			1.38
Índice de rentabilidad		(%)			67.91

Anexo 8: Costo de producción por hectárea T3 (S0A2)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.-	COSTOS DIRECTOS					
	GASTOS DEL CULTIVO					
A.	MANO DE OBRA					
1.	Preparación del terreno					
	Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
	Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2.	Labores culturales					
	Siembra	jornal	10	30	300	
	Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
	Aplicación de Fast biol	jornal	14	30	420	
	Riegos	jornal	2	30	60	
	Deshierbos	jornal	20	30	600	
3.	Cosecha					
	Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
	Trilla manual	jornal	4	30	120	
	Venteadado y ensacado	jornal	4	30	120	
	N° TOTAL DE JORNALES		76			
	TOTAL MANO DE OBRA					2280
B.	MAQUINARIA AGRICOLA					
1.	Labores culturales					
	Traslado de estiércol	Hr/maq	0	60	0	
	N° TOTAL HORAS MAQUINA		0			
	TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					0
	GASTOS ESPECIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
1.	Insumos					
	semillas	Kg	140	8	1120	
2.	Fertilización					
	Fast biol	lt.	42	8	336	
3.	Riego					
	Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
	Sistema de riego	..	..	..	367	
4.	Insecticidas					
	Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
	Aceite multigrado	litro	1	10	10	
	Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
	TOTAL GASTOS ESPECIALES					1931.81
	TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					2280
	TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					4211.81
II.-	COSTOS INDIRECTOS					
	Imprevistos (5% Cd)					210.59
	Gastos administrativos (8% Cd)					336.94
	Gastos financieros (5% Cd)					210.59
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS					758.13
III.-	COSTO TOTAL DE PRODUCCION					4969.94
IV.-	VALORIZACION DE LA COSECHA					
	Unidades					
	Rendimiento (kg/ha)		Kg			2241
	Precio promedio de venta unitario		S /.			3.4
	Valor neto de la producción		S /.			7619.4
V.-	ANALISIS ECONOMICO					
	Unidades					
	Valor neto de la producción		S /.			7619.40
	Costo de producción total		S /.			4969.94
	Utilidad neta de la producción		S /.			2649.46
	Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
	Costo de producción/Kg		S /.			2.22
	Margen de utilidad/Kg		S /.			1.18
	Índice de rentabilidad		(%)			53.31

Anexo 9: Costo de producción por hectárea T4 (S0A3)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.- COSTOS DIRECTOS					
GASTOS DEL CULTIVO					
A. MANO DE OBRA					
1. Preparación del terreno					570
Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
Incorporación de materia orgánica	jornal	8	30	240	
Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2. Labores culturales					1140
Siembra	jornal	10	30	300	
Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
Riegos	jornal	2	30	60	
Deshierbos	jornal	20	30	600	
3. Cosecha					390
Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
Trilla manual	jornal	4	30	120	
Venteador y ensacado	jornal	4	30	120	
N° TOTAL DE JORNALES		70			
TOTAL MANO DE OBRA					2100
B. MAQUINARIA AGRICOLA					
1. Labores culturales					60
Traslado de abono	Hr/maq	1	60	60	
N° TOTAL HORAS MAQUINA		1			
TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					60
GASTOS ESPECIALES					
1. Insumos					1120
semillas	Kg	140	8	1120	
2. Materia orgánica					3000
Humus de lombriz	ton	10	300	3000	
3. Riego					373.56
Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
Sistema de riego	..	..	..	367	
4. Insecticidas					102.25
Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
Aceite multigrado	litro	1	10	10	
Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
TOTAL GASTOS ESPECIALES					4595.81
TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					2160
TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					6755.81
II.- COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5% Cd)					337.79
Gastos administrativos (8% Cd)					540.46
Gastos financieros (5% Cd)					337.79
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					1216.05
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION					7971.86
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA					
Unidades					
Rendimiento (kg/ha)		Kg			1796
Precio promedio de venta unitario		S /.			3.4
Valor neto de la producción		S /.			6106.4
V.- ANALISIS ECONOMICO					
Unidades					
Valor neto de la producción		S /.			6106.40
Costo de producción total		S /.			7971.86
Utilidad neta de la producción		S /.			-1865.46
Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
Costo de producción/Kg		S /.			4.44
Margen de utilidad/Kg		S /.			-1.04
Índice de rentabilidad		(%)			-23.40

Anexo 10: Costo de producción por hectárea T5 (S0A4)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.- COSTOS DIRECTOS					
GASTOS DEL CULTIVO					
A. MANO DE OBRA					
1. Preparación del terreno					570
Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
Incorporación de materia orgánica	jornal	8	30	240	
Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2. Labores culturales					1140
Siembra	jornal	10	30	300	
Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
Riegos	jornal	2	30	60	
Deshierbos	jornal	20	30	600	
3. Cosecha					390
Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
Trilla manual	jornal	4	30	120	
Venteadado y ensacado	jornal	4	30	120	
N° TOTAL DE JORNALES		70			
TOTAL MANO DE OBRA					2100
B. MAQUINARIA AGRICOLA					
1. Labores culturales					0
Traslado de abono	Hr/maq	0	60	0	
N° TOTAL HORAS MAQUINA		0			
TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					0
GASTOS ESPECIALES					
1. Insumos					1120
semillas	Kg	140	8	1120	
2. Materia orgánica					1000
Guano de isla	ton	1	1000	1000	
3. Riego					373.56
Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
Sistema de riego	..	..	.	367	
4. Insecticidas					102.25
Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
Aceite multigrado	litro	1	10	10	
Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
TOTAL GASTOS ESPECIALES					2595.81
TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					2100
TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					4695.81
II.- COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5% Cd)					234.79
Gastos administrativos (8% Cd)					375.66
Gastos financieros (5% Cd)					234.79
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					845.25
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION					5541.06
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA					
Unidades					
Rendimiento (kg/ha)		Kg			2294
Precio promedio de venta unitario		S /.			3.4
Valor neto de la producción		S /.			7799.6
V.- ANALISIS ECONOMICO					
Unidades					
Valor neto de la producción		S /.			7799.60
Costo de producción total		S /.			5541.06
Utilidad neta de la producción		S /.			2258.54
Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
Costo de producción/Kg		S /.			2.42
Margen de utilidad/Kg		S /.			0.98
Índice de rentabilidad		(%)			40.76

Anexo 11: Costo de producción por hectárea T6 (S1A0)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.- COSTOS DIRECTOS					
GASTOS DEL CULTIVO					
A. MANO DE OBRA					
1. Preparación del terreno					330
Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2. Labores culturales					990
Siembra	jornal	5	30	150	
Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
Riegos	jornal	2	30	60	
Deshierbos	jornal	20	30	600	
3. Cosecha					390
Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
Trilla manual	jornal	4	30	120	
Ventado y ensacado	jornal	4	30	120	
N° TOTAL DE JORNALES		57			
TOTAL MANO DE OBRA					1710
B. MAQUINARIA AGRICOLA					
1. Labores culturales					0
traslado de abono	Hr/maq	0	60	0	
N° TOTAL HORAS MAQUINA		0			
TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					0
GASTOS ESPECIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
1. Insumos					
					1120
semillas	Kg	140	8	1120	
2. Riego					
					373.56
Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
Sistema de riego	..	..	..	367	
3. Insecticidas					
					102.25
Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
Aceite multigrado	litro	1	10	10	
Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
TOTAL GASTOS ESPECIALES					1595.81
TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					1710
TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					3305.81
II.- COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5% Cd)					165.29
Gastos administrativos (8% Cd)					264.46
Gastos financieros (5% Cd)					165.29
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					595.05
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION					3900.86
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA					
Unidades					
Rendimiento (kg/ha)		Kg			1710
Precio promedio de venta unitario		S /.			3.4
Valor neto de la producción		S /.			5814
V.- ANALISIS ECONOMICO					
Unidades					
Valor neto de la producción		S /.			5814.00
Costo de producción total		S /.			3900.86
Utilidad neta de la producción		S /.			1913.14
Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
Costo de producción/Kg		S /.			2.28
Margen de utilidad/Kg		S /.			1.12
Índice de rentabilidad		(%)			49.04

Anexo 12: Costo de producción por hectárea T7 (S1A1)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.- COSTOS DIRECTOS					
<u>GASTOS DEL CULTIVO</u>					
A. MANO DE OBRA					
1. Preparación del terreno					570
Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
Incorporación de materia orgánica	jornal	8	30	240	
Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2. Labores culturales					990
Siembra	jornal	5	30	150	
Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
Riegos	jornal	2	30	60	
Deshierbos	jornal	20	30	600	
3. Cosecha					390
Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
Trilla manual	jornal	4	30	120	
Venteadado y ensacado	jornal	4	30	120	
N° TOTAL DE JORNALES			65		
TOTAL MANO DE OBRA					1950
B. MAQUINARIA AGRICOLA					
1. Labores culturales					60
Traslado de estiércol	Hr/maq	1	60	60	
N° TOTAL HORAS MAQUINA			1		
TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					60
<u>GASTOS ESPECIALES</u>					
1. Insumos					
semillas	Kg	140	8	1120	
2. Fertilización					
Fast biol	lt.	0	15	0	
3. Materia orgánica					
Estiércol de vacuno	ton	10	50	500	
4. Riego					
Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
Sistema de riego	..	..	..	367	
5. Insecticidas					
Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
Aceite multigrado	litro	1	10	10	
Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
TOTAL GASTOS ESPECIALES					2095.81
TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					2010
TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					4105.81
II.- COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5% Cd)					205.29
Gastos administrativos (8% Cd)					328.46
Gastos financieros (5% Cd)					205.29
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					739.05
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION					4844.86
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA					
Unidades					
Rendimiento (kg/ha)		Kg			2536
Precio promedio de venta unitario		S /.			3.4
Valor neto de la producción		S /.			8622.4
V.- ANALISIS ECONOMICO					
Unidades					
Valor neto de la producción		S /.			8622.40
Costo de producción total		S /.			4844.86
Utilidad neta de la producción		S /.			3777.54
Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
Costo de producción/Kg		S /.			1.91
Margen de utilidad/Kg		S /.			1.49
Índice de rentabilidad		(%)			77.97

Anexo 13: Costo de producción por hectárea T8 (S1A2)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.- COSTOS DIRECTOS					
<u>GASTOS DEL CULTIVO</u>					
A. MANO DE OBRA					
1. Preparación del terreno					330
Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2. Labores culturales					1410
Siembra	jornal	5	30	150	
Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
Aplicación de Fast biol	jornal	14	30	420	
Riegos	jornal	2	30	60	
Deshierbos	jornal	20	30	600	
3. Cosecha					390
Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
Trilla manual	jornal	4	30	120	
Venteadado y ensacado	jornal	4	30	120	
N° TOTAL DE JORNALES			71		
TOTAL MANO DE OBRA					2130
B. MAQUINARIA AGRICOLA					
1. Labores culturales					0
Traslado de estiércol	Hr/maq	0	60	0	
N° TOTAL HORAS MAQUINA			0		
TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					0
<u>GASTOS ESPECIALES</u>					
1. Insumos					1120
semillas	Kg	140	8	1120	
2. Fertilización					336
Fast biol	lt.	42	8	336	
3. Riego					373.56
Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
Sistema de riego	..	..	..	367	
4. Insecticidas					102.25
Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
Aceite multigrado	litro	1	10	10	
Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
TOTAL GASTOS ESPECIALES					1931.81
TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					2130
TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					4061.81
II.- COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5% Cd)					203.09
Gastos administrativos (8% Cd)					324.94
Gastos financieros (5% Cd)					203.09
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					731.13
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION					4792.94
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA					
		Unidades			
Rendimiento (kg/ha)		Kg			2440
Precio promedio de venta unitario		S /.			3.4
Valor neto de la producción		S /.			8296
V.- ANALISIS ECONOMICO					
		Unidades			
Valor neto de la producción		S /.			8296.00
Costo de producción total		S /.			4792.94
Utilidad neta de la producción		S /.			3503.06
Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
Costo de producción/Kg		S /.			1.96
Margen de utilidad/Kg		S /.			1.44
Índice de rentabilidad		(%)			73.09

Anexo 14: Costo de producción por hectárea T9 (S1A3)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.- COSTOS DIRECTOS					
GASTOS DEL CULTIVO					
A. MANO DE OBRA					
1. Preparación del terreno					570
Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
Incorporación de materia orgán	jornal	8	30	240	
Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2. Labores culturales					990
Siembra	jornal	5	30	150	
Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
Riegos	jornal	2	30	60	
Deshierbos	jornal	20	30	600	
3. Cosecha					390
Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
Trilla manual	jornal	4	30	120	
Venteado y ensacado	jornal	4	30	120	
N° TOTAL DE JORNALES		65			
TOTAL MANO DE OBRA					1950
B. MAQUINARIA AGRICOLA					
1. Labores culturales					60
Traslado de abono	Hr/maq	1	60	60	
N° TOTAL HORAS MAQUINA		1			
TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					60
GASTOS ESPECIALES					
1. Insumos					1120
semillas	Kg	140	8	1120	
2. Fertilizacion					0
Fast biol	lt.	0	15	0	
3. Materia organica					3000
Humua de lombriz	ton	10	300	3000	
4. Riego					373.56
Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
Sistema de riego	..	..	..	367	
5. Insecticidas					102.25
Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
Aceite multigrado	litro	1	10	10	
Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
TOTAL GASTOS ESPECIALES					4595.81
TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					2010
TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					6605.81
II.- COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5% Cd)					330.29
Gastos administrativos (8% Cd)					528.46
Gastos financieros (5% Cd)					330.29
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					1189.05
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION					7794.86
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA					
Unidades					
Rendimiento (kg/ha)	Kg				1716
Precio promedio de venta unitario	S /.				3.4
Valor neto de la producción	S /.				5834.4
V.- ANALISIS ECONOMICO					
Unidades					
Valor neto de la producción	S /.				5834.40
Costo de producción total	S /.				7794.86
Utilidad neta de la producción	S /.				-1960.46
Precio promedio de venta (*)	S /.				3.40
Costo de producción/Kg	S /.				4.54
Margen de utilidad/Kg	S /.				-1.14
Índice de rentabilidad	(%)				-25.15

Anexo 15: Costo de producción por hectárea T10 (S1A4)

Cultivo:	Frijol común	Sistema de riego	Goteo
Variedad:	Blanco molinero	Cultivo anterior	Crotalaria
Precio por Kg (S /.)	3.4	Fecha de siembra	21/08/2012
Nivel tecnológico:	Medio	Fecha de cosecha	5/12/2012
Jornal de campo (S /.)	30.00		

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL	TOTAL
I.-	COSTOS DIRECTOS					
	GASTOS DEL CULTIVO					
A.	MANO DE OBRA					
1.	Preparación del terreno					
	Limpieza de campo	jornal	10	30	300	
	Incorporación de materia orgánica	jornal	8	30	240	
	Tendido de cintas	jornal	1	30	30	
2.	Labores culturales					
	Siembra	jornal	5	30	150	
	Aplicación de insecticida	jornal	6	30	180	
	Riegos	jornal	2	30	60	
	Deshierbos	jornal	20	30	600	
3.	Cosecha					
	Jalado y traslado de frijol	jornal	5	30	150	
	Trilla manual	jornal	4	30	120	
	Venteadado y ensacado	jornal	4	30	120	
	N° TOTAL DE JORNALES		65			
	TOTAL MANO DE OBRA					1950
B.	MAQUINARIA AGRICOLA					
1.	Labores culturales					
	Traslado de abono	Hr/maq	0	60	0	
	N° TOTAL HORAS MAQUINA		0			
	TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA					0
	GASTOS ESPECIALES					
1.	Insumos					
	semillas	Kg	140	8	1120	
2.	Materia organica					
	Guano de isla	ton	1	1000	1000	
3.	Riego					
	Agua (m3)	m3	656	0.01	6.56	
	Sistema de riego	..	..	.	367	
4.	Insecticidas					
	Trampas amarillas	unidades	60	0.5	30	
	Aceite multigrado	litro	1	10	10	
	Biocillus	kilo	0.83	75	62.25	
	TOTAL GASTOS ESPECIALES					2595.81
	TOTAL GASTOS DEL CULTIVO					1950
	TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS					4545.81
II.-	COSTOS INDIRECTOS					
	Imprevistos (5% Cd)					227.29
	Gastos administrativos (8% Cd)					363.66
	Gastos financieros (5% Cd)					227.29
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS					818.25
III.-	COSTO TOTAL DE PRODUCCION					5364.06
IV.-	VALORIZACION DE LA COSECHA					
	Unidades					
	Rendimiento (kg/ha)		Kg			2128
	Precio promedio de venta unitario		S /.			3.4
	Valor neto de la producción		S /.			7235.2
V.-	ANALISIS ECONOMICO					
	Unidades					
	Valor neto de la producción		S /.			7235.20
	Costo de producción total		S /.			5364.06
	Utilidad neta de la producción		S /.			1871.14
	Precio promedio de venta (*)		S /.			3.40
	Costo de producción/Kg		S /.			2.52
	Margen de utilidad/Kg		S /.			0.88
	Índice de rentabilidad		(%)			34.88

Anexo 16: Cronograma de actividades en campo

Fecha	DAS	DDS	Trabajo realizado
9-ago-12	-12		Incorporación de estiércol de vacuno
10-ago-12	-11		Incorporación de guano de islas
10-ago-12	-11		Incorporación de lombricompost
16-ago-12	-5		Riego pesado
17-ago-12	-4		Riego pesado
21-ago-12	0		Siembra con matraca y lampa
25-ago-12		4	1er riego
27-ago-12		6	2do riego
29-ago-12		8	3er riego
3-sep-12		13	4to riego
6-sep-12		16	1er desmalezado
13-sep-12		23	Colocación de trampas amarillas
14-sep-12		24	5to riego
19-sep-12		29	6to riego
19-sep-12		29	1era aplicación de fast biol
20-sep-12		30	Desahíje
26-sep-12		36	7mo riego
26-sep-12		36	2da aplicación de fast biol
28-sep-12		38	8vo riego
2-oct-12		42	3er aplicación de fast biol
3-oct-12		43	2do desmalezado
9-oct-12		49	1era aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i>
9-oct-12		49	9no riego
10-oct-12		50	4 ^{ta} aplicación de fast biol
10-oct-12		50	Cambio de aceite en trampas amarillas
12-oct-12		52	10 ^{mo} riego
15-oct-12		55	11 ^{vo} riego
17-oct-12		57	5 ^{ta} aplicación de fast biol

24-oct-12	64	2 ^{da} aplicación de Bacillus thurigiensis
25-oct-12	65	6 ^{ta} aplicación de fast biol
29-oct-12	69	12 ^{vo} riego
31-oct-12	71	7 ^{ma} aplicación de fast biol
6-nov-12	77	13 ^{vo} riego
7-nov-12	78	3 ^{ra} aplicación de Bacillus thurigiensis
9-nov-12	80	14 ^{vo} riego
12-nov-12	83	15 ^{vo} riego
19-nov-12	90	16 ^{vo} riego
20-nov-12	91	3er desmalezado
5-dic-12	106	Cosecha
