

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL DE VACUNO MAS
DOS NIVELES DE GALLINAZA Y GUANO DE ISLA EN FRIJOL
VAR. CANARIO 2000(*Phaseolus vulgaris L*) EN EL VALLE DE
MAJES – AREQUIPA 2012”

Tesis presentada por el Bachiller:

JORGE ARMANDO AYALA MENDOZA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AREQUIPA-PERÚ

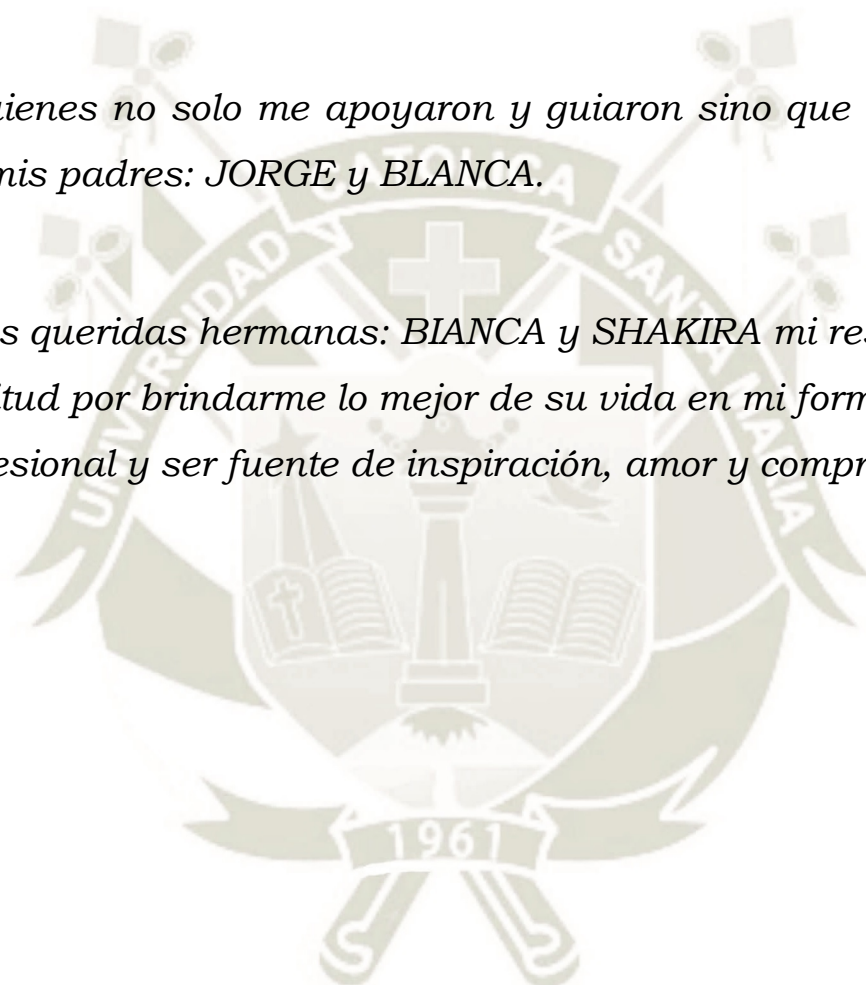
2014

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis:

A quienes no solo me apoyaron y guiaron sino que confiaron en mí, mis padres: JORGE y BLANCA.

A mis queridas hermanas: BIANCA y SHAKIRA mi respeto y gratitud por brindarme lo mejor de su vida en mi formación profesional y ser fuente de inspiración, amor y comprensión.



AGRADECIMIENTOS

Gracia infinita a Dios, mi guía y gran maestro, por permitirme alcanzar mis metas.

Mi mayor reconocimiento a los docentes de la Universidad Católica Santa María por su labor a lo largo de estos años de estudio y en especial a mi asesor por su apoyo.

A los miembros del jurado: Ing. Jorge Zegarra Flores, Ing. Jorge Rosas Ramos y al Ing. José Torres Lizárraga a quienes agradezco eternamente, por su apoyo y asesoramiento en la culminación de mi tesis.

A mis padres y hermanas por confiar en mí y apoyarme incondicionalmente. “Gracias a permitirme ser quien soy y por todo su amor”.

A todas las personas que me brindaron su apoyo de alguna manera.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii

CAPITULO I

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Aspectos Generales del Cultivo de Frijol.....	4
2.3 Clasificación taxonómica.....	4
2.4 Características botánicas.....	4
2.5 Crecimiento y desarrollo vegetativo.....	8
2.6 Requerimientos edafoclimáticos.....	10
2.7 Manejo fitosanitario.....	12
2.8 Labores culturales.....	15
2.8.1 Preparación del terreno.....	15
2.8.2 Deshierbos.....	15
2.8.3 Siembra.....	16
2.8.4 Fertilización.....	16
2.8.5 Aporque.....	17
2.8.6 Riego.....	17
2.8.7 Cosecha.....	17
2.9 Aspectos Generales de los Abonos Orgánicos.....	18

2.9.1 Materia Orgánica.....	18
2.9.2 Origen de la materia orgánica en los suelos.....	18
2.9.3 Contenido de materia orgánica de los suelos	19
2.9.4 Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo	19
2.9.5 Descomposición de la materia orgánica en el suelo.....	20
2.9.6 Relación carbono-nitrógeno y la descomposición de los residuos orgánicos	21
2.9.7 Factores que afectan la descomposición de la materia orgánica	22
2.10 Fertilización con abonos orgánicos	22
2.10.1 Fuentes de materia orgánica.....	22
2.10.2 Estiércol de vacuno	23
2.10.3 La gallinaza	26
2.10.4 Guano de islas	30

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1 Fecha de ejecución.....	34
3.2 Ubicación del experimento.....	34
3.3 Historia del campo experimental.....	34
3.4 Características climáticas	35
3.5 Condiciones edáficas.....	35
3.6 Materiales	36
3.6.1 Fase de campo	37
3.7 Metodología Experimental	38
3.7.1 Tratamientos en estudio	38
3.7.2 Diseño experimental.....	38
3.7.3 Análisis estadístico.....	38
3.7.4 Características del campo experimental	39
3.7.5 Conducción del experimento.....	41
3.8 Cosecha.....	46
3.9 Características evaluadas.....	47

CAPITULO IV

4. RESULTADOS	50
4.1 Porcentaje de Emergencia	50
4.2 Número de flores por planta	51
4.3 Número de vainas por planta	53
4.4 Longitud de vaina	54
4.5 Número de granos por vaina.....	55
4.6 Peso de 100 semillas.....	56
4.7 Rendimiento	57
4.8 Análisis de rentabilidad	59

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN	60
5.1 Porcentaje de Emergencia	60
5.2 Número de flores por planta	60
5.3 Número de vainas por planta	61
5.4 Longitud de vaina	61
5.5 Número de granos por vaina.....	62
5.6 Peso de 100 semillas.....	62
5.7 Rendimiento	62
5.8 Análisis de rentabilidad	63

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.....	64
-------------------	----

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES	65
-----------------------	----

CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS.....	71



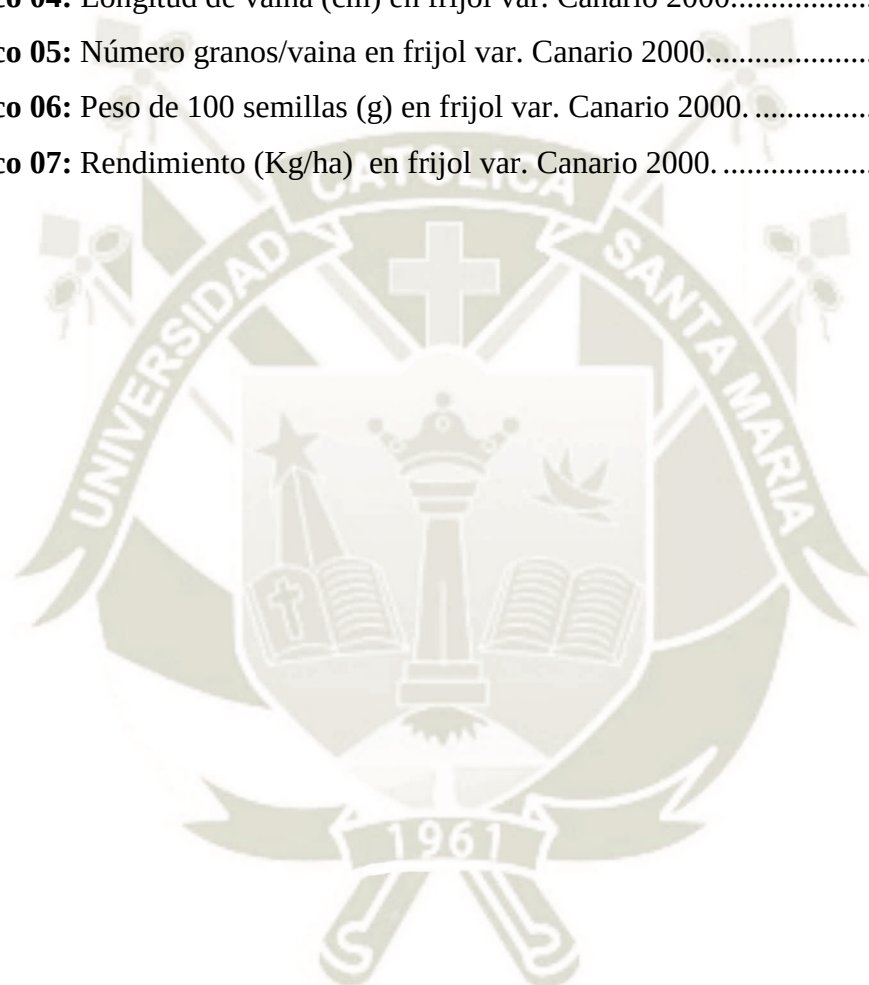
ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Principales plagas del frijol	13
Cuadro N° 02: Principales enfermedades del frijol.....	14
Cuadro N° 03: Composición química del estiércol de vacuno comparada con gallinaza ..	24
Cuadro N°04: Composición química del estiércol vacuno de la UNA La Molina, Lima, en base a peso seco	24
Cuadro N° 05: Composición media del estiércol vacuno en Kg/ha en base a 25 % de Materia Seca de Producto Seco	25
Cuadro N° 06: Composición media del estiércol fresco de vacuno con 20 - 25 % de materia seca	25
Cuadro N° 07: Contenido y solubilidad de elementos nutritivos en gallinaza madura	28
Cuadro N° 08: Composición y contenido de minerales de la gallinaza	29
Cuadro N° 09: Composición media de la gallinaza, en comparación a otras materias orgánicas.....	29
Cuadro N° 10: Composición del guano de isla rico o azoado.....	31
Cuadro N° 11: Composición del guano de isla rico o azoado	31
Cuadro N° 12: Composición del guano de isla pobre o fosfatado	32
Cuadro N° 13: Composición del guano de isla	32
Cuadro N° 14: Datos meteorológicos durante el desarrollo del cultivo de frijol. Junio – del 2012 Setiembre	35
Cuadro N° 15: Características edafológicas del área experimental, Corire – Arequipa 2012	35
Cuadro N° 16: Análisis de gallinaza, guano de isla y estiércol de vacuno para el período de cultivo de frijol, Corire – Arequipa 2012.....	36
Cuadro N° 17: Tratamientos en estudio.	38
Cuadro N° 18: Fuentes de variación y grados de libertad	38
Cuadro N° 19: Aplicación de gallinaza y guano de isla.....	42
Cuadro N° 20: Promedios para el porcentaje de emergencia (%) para los 7 y 11 días después de la siembra, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.....	50

Cuadro N° 21: Promedios para el número de flores por planta, para el primer y segundo conteo, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.....	52
Cuadro N° 22: Promedios para número de vainas por planta, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes	53
Cuadro N° 23: Promedios para longitud de vaina, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes	54
Cuadro N° 24: Promedios para número de granos por vaina, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes	56
Cuadro N° 25: Promedios para peso (g) de 100 semillas, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes	57
Cuadro N° 26: Promedios para rendimiento (kg/ha), para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.	58
Cuadro N° 27: Análisis de rentabilidad para los diferentes tratamientos, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Porcentaje de emergencia (%) a los 7 y 11 DDS en frijol var. Canario 2000.....	51
Gráfico 02: Número de flores/planta en frijol var. Canario 2000.....	52
Gráfico 03: Número de vainas/planta en frijol var. Canario 2000.	53
Gráfico 04: Longitud de vaina (cm) en frijol var. Canario 2000.....	55
Gráfico 05: Número granos/vaina en frijol var. Canario 2000.....	56
Gráfico 06: Peso de 100 semillas (g) en frijol var. Canario 2000.....	57
Gráfico 07: Rendimiento (Kg/ha) en frijol var. Canario 2000.	58



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 01: Aplicación y/o entierro de estiércol vacuno (20 t/ha) al campo experimental	42
Fotografía 02: Aplicación de guano de isla a los 20 DDS	42
Fotografía 03: Aplicación de gallinaza a los 20 DDS.....	43
Fotografía 04: Siembra del frijol var. Canario 2000.....	43
Fotografía 05: Aplicación de fertilizantes químicos antes de la siembra: Fósforo y Potasio	44
Fotografía 06: Aplicación de urea a los 20 DDS.	44
Fotografía 07: Riego por gravedad en frijol var. Canario 2000.....	45
Fotografía 08: Deshierbo manual.....	45
Fotografía 09: Fumigaciones del frijol var. Canario 2000.....	46
Fotografía 10: Secado del frijol var. Canario 2000.....	46
Fotografía 11: Trillado del frijol var. Canario 2000	47
Fotografía 12: Evaluación del porcentaje de emergencia a los 7 DDS del frijol var. Canario 2000	47
Fotografía 13: Evaluación del número de flores/planta	48
Fotografía 14: Evaluación del número de vainas/planta	48
Fotografía 15: Evaluación del número de granos/vaina.....	49

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Los Ángeles ubicado en el Anexo de Sahuaní, perteneciente al Distrito de Uraca - Corire, Provincia de Castilla, Departamento de Arequipa. El experimento se llevó a cabo desde junio del 2012 hasta setiembre del 2012. El objetivo de este experimento fue determinar la fuente y nivel más apropiado de materia orgánica para la producción del cultivo de frijol var. 'Canario 2000'. Dicho trabajo se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Los dos niveles de gallinaza empleados fueron de 1500 kg/ha y 3000 Kg/ha, y los de guano de isla de 1000 Kg/ha y 2000 Kg/ha. Se realizó una aplicación de fondo de estiércol de vacuno (20 t/ha) a todo el campo experimental. Las variables que se evaluaron fueron: porcentaje de emergencia, número de granos por vaina, longitud de vaina, número de vainas por planta, número de flores por planta, rendimiento y peso de 100 semillas y se realizó un análisis de rentabilidad.

La aplicación del estiércol de vacuno a un nivel de 20 t/ha fue a todo el campo experimental antes de la siembra, mientras que la aplicación de gallinaza y del guano de isla fue fraccionada en dos partes: a los 20 y 35 DDS (días después de la siembra), donde en cada aplicación se utilizó el 50%, respectivamente del total de la cantidad elegida a aplicar.

El mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla) con 2746.67 Kg/ha. Los mejores niveles de materia orgánica fueron, para el guano de isla rico con un nivel de 1000 Kg/ha y para la gallinaza un nivel de 3000 Kg/ha.

Desde el punto de vista económico las mejores utilidades se obtuvieron con el tratamiento T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K) con S/ 0.59 (Rentabilidad neta) seguido del tratamiento T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla) con S/0.51 (Rentabilidad neta).

ABSTRACT

This research was conducted at the Fundo Los Angeles located in the Annex Sahuani belonging to District Uraca - Corire, Province Castilla, Arequipa. The experiment was conducted from June 2012 to September of 2012. The purpose of this experiment was to determine the most appropriate level and source of organic matter for crop production of bean var. 'Canario 2000'. This work was conducted under a Design Randomized Complete Block (RCBD) with 6 treatments and 3 replications. The two levels of manure used were 1500 kg / ha and 3000 kg / ha, and the guano island of 1000 kg / ha and 2000 kg / ha. A background application of cow manure (20 t / ha) to all experimental. The variables evaluated were: percentage of emergence, number of grains per pod, pod length, number of pods per plant, number of flowers per plant, yield and weight of 100 seeds and a cost benefit analysis was performed.

The application of cow manure at a level of 20 t / ha was the whole experimental field before planting, while the application of manure and guano island was divided into two parts: a DDS 20 and 35 (days after planting), where 50% was used, respectively of the total amount chosen to be applied in each application.

The highest yield was obtained by the treatment T6 (Cow manure 20 t / ha + 2000 Kg / ha of island guano) with 2746.67 Kg / ha. The best organic matter levels were, for the guano-rich island with a level of 1000 kg / ha and manure level of 3000 kg / ha.

From the economic point of view the best profits are obtained with treatment T2 (Cow manure 20 t / ha + 60 N - 80 P - 40 K) with S / 0.59 (net yield) followed by treatment T5 (Cow manure 20 t / ha + 1000 Kg / ha of island guano) with S / 0.51 (net yield).

I. INTRODUCCIÓN

El frijol o judía verde (*Phaseolus vulgaris* L.) representa desde épocas precolombinas una de las principales fuentes alimenticias en Latinoamérica. Concretamente en Perú, el frijol tiene gran importancia en la cesta básica familiar por su alto contenido en proteínas, carbohidratos y minerales (Castañeda 2000).

Sin embargo, ha sido por muchos años un cultivo casi olvidado y asediado por muchos problemas que hacen que disminuyan sus rendimientos, además, el cultivo crece a menudo en condiciones de agricultura de subsistencia. Pero, recientemente se le ha dado más atención por parte de la CIAT, programas nacionales de frijoles, compañías privadas de semillas y organizaciones agroquímicas, lo que está empezando a tener un impacto positivo en la producción de frijol en diferentes regiones del mundo. En parte, esto es debido a la mejora de variedades y su aceptación por los agricultores, lo que finalmente deriva en estrategias de gestión ambiental y de plagas, más efectivas (Graham y Ranilli 1997).

El frijol es un cultivo mejorador del suelo, ya que por ser una leguminosa tiene la propiedad de fijar nitrógeno mediante simbiosis con la bacteria *Rhizobium*, esto permite el ahorro de fertilizantes no solo para el cultivo de frijol, sino también para los cultivos sucesivos dentro de un plan de rotación, lo que significa una ventaja económica para el agricultor comparado con el costo del fertilizante nitrogenado, también su utilización como abono verde en cosechas de grano verde y finalmente es una fuente de divisas para el país y los agricultores que a través de la comercialización mejoran sus ingresos (Camarena *et al.* 2009).

En nuestro medio, casi a finales de los años cincuenta, se empezó a utilizar el último avance de la tecnología química dirigida al servicio de la agricultura: nació el uso de los fertilizantes y pesticidas llamados químicos o sintéticos y constituyó lo que, en ese entonces, se denominó la “Revolución Verde” (FAO 1996).

Una forma de mejorar la fertilidad del suelo es aplicando abonos orgánicos, debido a que éstos aparte de intervenir en la formación de la estructura del suelo, son fuentes de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y organismos que viven en él, en contraste con los fertilizantes químicos que solo tienen algunos nutrientes y su efecto físico es nulo. Las enmiendas orgánicas, aportan materia orgánica al suelo, encontró además que el compost y la gallinaza son las mejores enmiendas que incrementan la flora bacteriana del suelo (Batallanos 1999).

En la Costa Peruana las fuentes de materia orgánica que se usan mayormente son: el guano de islas, el estiércol de vacuno, la gallinaza, el compost y el humus de lombriz. En la Selva, el uso de abonos verdes a base de leguminosas, constituye la principal fuente de materia orgánica (CLADES 1998).

Consideramos que el manejo ecológico del recurso suelo es el punto de partida para poder desarrollar una agricultura sustentable. Mantener la vida en el suelo es una estrategia fundamental para garantizar la fertilidad biológica, física y química del mismo.

Por lo dicho anteriormente, mediante el uso de los abonos orgánicos se busca nuevas alternativas en la fertilización del cultivo de frijol, alternativas que sean menos dependientes de los fertilizantes sintéticos, para de esta forma beneficiar a los agricultores del Valle de Majes, mejorar el medio ambiente al reducir la aplicación de fertilizantes sintéticos, se reducirá la emisión de N_2O (gas efecto invernadero).

HIPÓTESIS:

Dado que el empleo de abonos orgánicos mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, es probable que se logre obtener un mayor rendimiento de frijol que los sistemas de fertilización convencional utilizados por los agricultores del Valle de Majes.

OBJETIVOS:

Objetivo General:

- Determinar la fuente y nivel más apropiado de materia orgánica para la producción de frijol var. Canario 2000.

Objetivos Específicos:

- Determinar el mejor rendimiento en el cultivo de frijol var. Canario 2000.
- Comparar cada tratamiento mediante un análisis económico.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ANTECEDENTES

Estudios realizados por Reyes *et al.* (2008) sobre la fertilización orgánica vs la fertilización inorgánica en frijol, evaluando dos fuentes de materia orgánica (estiércol de porcino y humus de lombriz) y diferentes concentraciones de abonos inorgánicos granulados, se concluye que el uso de los fertilizantes orgánicos es más ventajoso que los fertilizantes inorgánicos y que el humus de lombriz resultó la mejor fuente de materia orgánica.

Estudios realizados por Gómez *et al.* (2006) sobre la producción de frijol y rábano en biohuertos intensivos utilizando compost, encontraron que hay un incremento de hasta 50% en cuanto a rendimiento usando 5 t/ha de compost en sistemas de producción de biohuertos intensivos.

Vásquez A. (2006) evaluó dos niveles de estiércol vacuno y cuatro niveles de fertilización potásica en el cultivo de frijol, en la zona de Arequipa (Irrigación Majes) concluyó que la utilización de 15 t/ha de estiércol de vacuno previamente descompuesto y aplicado a la siembra asociado a 150 Kg/ha de K_2O aplicado en forma fraccionada (50% a la siembra y 50% a 25 días de la siembra), se logró el mayor rendimiento de granos de frijol de la variedad canario con 3530 Kg/ha.

Estrada y Peralta (2001) evaluaron el comportamiento de dos tipos de fertilizantes orgánicos y un mineral en el crecimiento y rendimiento de frijol, en donde determinaron que con aplicaciones de 3181 kg/ha de gallinaza se obtiene una mayor rentabilidad que con aplicaciones de 6362 kg/ha, sin embargo con esta última agronómicamente se obtiene mayores rendimientos.

2.2 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE FRIJOL

2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La ubicación taxonómica según el CIAT (2005) es la siguiente:

Reino	:	Vegetal.
División	:	Fanerógamas.
Subdivisión	:	Angiospermas.
Clase	:	Dicotiledóneas.
Orden	:	Rosales.
Familia	:	Leguminosas.
Sub familia	:	Papilionáceas.
Tribu	:	Phaseoláceas.
Sub tribu	:	Phaseolináceas.
Género	:	Phaseolus.
Especie	:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

2.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

a) Raíz

Se inicia con una radícula cónica que genera la raíz principal de la que emergen numerosas raíces laterales, secundarias y ramificadas cerca de la superficie del suelo. Se observa también raíces adventicias que salen de la parte inferior del hipocotilo, que en otras leguminosas es la raíz, presenta nódulos esféricos de tamaño variable producido por bacterias. Estas se introducen por el pelo absorbente y llegan al periciclo donde provocan incremento de tejidos del parénquima cuyas células reciben carbohidratos de la planta y la suplen de nitrógeno (Morán 1969).

Parsons (1991), menciona que la raíz principal puede alcanzar una profundidad de 1 a 2 m, las raíces laterales desarrollan una radícula cónica, en los nódulos de la raíces se encuentran las bacterias simbióticas que fijan el nitrógeno del aire. Los nódulos esféricos de forma poliédrica y de diámetro aproximado de 2 – 5 mm, son colonizados por bacterias del género *Rhizobium* (Toledo 1995).

b) Tallo

Morán (1969), indica que se caracteriza por tener tallos delgados y débiles, angulosos de sección cuadrangular, a veces con rayas púrpuras y de altura muy variable. El porte de las plantas está determinado por la forma y posición de los tallos: si el principal tiene una inflorescencia terminal, el desarrollo se detiene pronto y la planta será “enana”, si el tallo no produce esta inflorescencia terminal aparecerán otras axilas y la planta será de “enrame” (porte trepador o voluble). El tallo de una planta madura es aristado o cilíndrico, delgado y flexible o algo rígido dependiendo del porte de la planta.

CIAT (1984), describe que consta de un eje central en el cual están insertos las hojas principales y los diversos complejos axilares. Puede ser erecto, semi- postrado o postrado dependiendo del hábito de crecimiento de la variedad, los cuales pueden ser:

Tipo I: Arbustivo determinado.

Tipo II: Arbustivo indeterminado.

Tipo III: Postrado indeterminado.

Tipo IV: Indeterminado trepador.

c) Hojas

Parsons (1991), menciona que las hojas cotiledonales son las primeras hojas de forma acorazonada, sencillas y opuestas. Estas hojas son el resultado de la germinación epigea o sea cuando los cotiledones salen a la superficie. Las hojas verdaderas son pinnadas, trifoliadas y pubescentes. Su tamaño varía de acuerdo con la variedad de frijol.

Toledo (1995), indica que las hojas del frijol son de dos tipos: simples y compuestas. Están insertadas en los nudos de los tallos y ramas laterales mediante sus peciolo. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo principal. Estas hojas son opuestas, cordiformes, unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas, poseen estípulas bífidas. Las hojas verdaderas compuestas, se encuentran trifoliadas, a partir del tercer nudo del tallo principal y en las ramas laterales y son las hojas típicas del frijol. Tiene tres folíolos y un raquis. El folíolo central o terminal es asimétrico y también acuminado. Los folíolos son enteros y su forma tiende a ser ovalada y triangular.

d) Flores

Morán (1969), menciona que cada flor presenta una bráctea basal y al final del pedúnculo un par de bractéolas. Las flores son papilionadas, con cáliz tubular en la base y con tres a 5 dientes, la corola formada por 5 partes; la quilla que encierra los órganos reproductores y está formada por 2 pétalos inferiores fusionados, posee el ápice enrollado en espiral. Hay 2 pétalos laterales o alas y un pétalo superior de mayor dimensión, que es el estandarte. El color de la flor varía del blanco al morado y cambia con la edad de la flor y el medio ambiente. Los estambres se presentan en número de 10, de los cuales 9 están unidos por la base formando un tubo estaminal y uno libre en posición posterior opuesto al estandarte. El gineceo consta de una sola hoja carpelar doblada y unida por sus bordes que forman la sutura ventral y de allí van conectados a la placenta por el funículo. En el ápice del carpelo se desarrollan en estilo que es curvo, agudo y largo con pelos a un lado que terminan en un estigma redondo.

e) Inflorescencia

Son racimos en posición lateral o determinada, en cada inflorescencia se puede distinguir tres componentes principales: el eje de las inflorescencias que se compone del pedúnculo y del raquis, las brácteas y los botones florales (Toledo 1995).

CIAT (1984) y Parsons (1991), indica que esta aparece en forma de racimo. Nace en la axila de las hojas y en la parte terminal de la planta.

f) Fruto

Morán (1969), describe que el fruto es una legumbre de 6 – 22 cm. de largo (fruto de un solo carpelo) cuya sutura ventral (placenta) se abre en la madurez para dejar salir a la semilla. Posteriormente se rompe la sutura dorsal que consta de un cordón de fibras fuertes. El color varía según el cultivar, desde verde uniforme a morado casi negro.

La estructura del fruto es simple: exocarpo, mesocarpo y endocarpo. Al secarse la vaina la capa de fibras produce la dehiscencia y la torsión característica, sin embargo existen variedades que pueden considerarse como indehiscuentes debido a la desaparición del pergamino que recubre el interior de la vaina, que priva del movimiento de torsión propio de las legumbres.

Parson (1991) y Toledo (1995), coinciden en señalar que el fruto de esta leguminosa es una vaina con 2 valvas que proceden del ovario comprimido: 2 suturas aparecen en la unión de las valvas, una es la sutura dorsal o placenta y la otra se denomina sutura ventral. Los óvulos que son las futuras semillas se hallan en las 2 valvas. El fruto es indehisciente. El color de la vaina puede ser, verde, amarillo, blanco o plateado. Las vainas pueden ser de forma aplanada o cilíndrica de dimensiones muy variables. La longitud de la vaina depende del cultivar, fluctuando entre 7 y 20 cm.

g) Semilla

Morán (1969), indica que la semilla de frijol presenta formas muy variables, desde esféricas hasta cilíndricas. En los cultivares más comunes la semilla presenta forma arriñonada, correspondiendo la depresión al hilo elíptico en cuyo fondo hay un disco blanco rodeado de una prominencia uniforme o curúntula.

La semilla está constituida por dos cotiledones compuestos que contienen carbohidratos (60%) y proteínas (22%), contiene además grasa y minerales. Su contenido en agua es muy bajo (10 a 15%).

Toledo (1995) señala que la semilla es exalbuminosa, de forma arriñonada. Las partes externas más importantes de la semilla del frijol son: la testa o cubierta, el hilum, el micrópilo y el rafe.

- La testa corresponde a la capa del óvulo.
- El hilum es la cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta.
- El micrópilo es una abertura en la cubierta de la semilla, cerca del hilum; sirve principalmente para la absorción de agua.
- El rafe proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo.

Internamente, la semilla está constituida solamente por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocotilo, los cotiledones y la radícula.

2.5 CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO

El frijol es una planta herbácea anual. Su ciclo vegetativo puede variar entre 80 (variedades precoces) y 180 días (variedades trepadoras). Dicho lapso se encuentra determinado sobre todo por el genotipo de la variedad, hábito de crecimiento, clima, suelo, radiación solar y fotoperiodo (Ortiz 1998).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha establecido una escala para diferenciar las etapas de desarrollo del frijol, basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que se suceden durante el desarrollo.

Su ciclo biológico se divide en dos fases sucesivas: vegetativa y reproductiva. La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales. La fase reproductiva está comprendida entre la aparición de los primeros botones florales y la madurez de la cosecha.

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas (CIAT 1982), las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. La identificación de cada etapa se hace en base a un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular (V= fase vegetativa, R= fase reproductiva). El número indica la posición de la etapa en la escala.

Etapas de la fase vegetativa:

- **Etapa V0 (Germinación).** La semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias; el hipocotilo también crece, y quedan los cotiledones al nivel del suelo.
- **Etapa V1 (Emergencia).** Se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipocotilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias.
- **Etapa V2 (Hojas primarias).** Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. En un cultivo se considera que esta etapa se inicia cuando el

50% de las plantas presentan esta característica. Los cotiledones pierden su forma arrugándose y arqueándose.

- **Etapa V3 (Primera hoja trifoliada).** Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada.
- **Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada).** Comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas.

Etapas de la fase reproductiva:

- **Etapa R5 (Prefloración).** Se inicia cuando aparece el primer botón floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En las variedades determinadas los primeros botones se observan en el último nudo del tallo. En cambio, en las variedades indeterminadas, se ven en los nudos inferiores.
- **Etapa R6 (Floración).** Se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo y continúa en forma descendente. Por el contrario, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento.
- **Etapa R7 (Formación de las vainas).** En una planta, esta etapa se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Inicialmente, la formación de las vainas comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla. Cuando las

valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

- **Etapa R8 (Llenado de las vainas).** En un cultivo, se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad.
- **Etapa R9 (Maduración).** Esta etapa es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración del cultivo. Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado. Las vainas, al secarse, pierden su pigmentación; el contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar del 15 al 20%, momento en el cual alcanzan su coloración típica.

2.6 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

a) Agua

Los requerimientos de agua de un cultivo dependen de varios factores, tales como el clima (temperatura y humedad relativa), el suelo (textura, densidad, porosidad, drenaje y topografía) y la variedad. Es de esperar, para el caso del frijol, que las variedades tengan diferentes requerimientos hídricos, dependiendo de la duración del período vegetativo y del hábito de crecimiento.

Está demostrado que el frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias (Ríos y Quirós 2002).

Los frijoles son particularmente susceptibles a la sequía durante la floración, produciendo bastantes abortos florales y de las vainas que ocurren cuando hay escasez de agua (Graham y Ranilli 1997).

En principio, las semillas requieren de un suelo húmedo para una buena germinación. Luego, el cultivo necesita de un primer riego a los 10 días después de la siembra. Según Valladolid (2005), se debe suministrar agua durante el período crítico de desarrollo de la planta. Estos períodos son:

- ✓ Al principio de la floración.
- ✓ Cuando las vainas empiezan a llenarse.

b) Suelo

El frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco arcillosos (Valladolid, 2005). Se deben evitar los terrenos excesivamente pesados, con problemas de encharcamientos, adaptándose mejor a los suelos ligeros o medios bien drenados.

Además, como la germinación del frijol es epígea, el apelmazamiento del terreno o la presencia de una costra superficial pueden inducir una emergencia desfavorable (Maroto, 2002). Crece bien en suelos con pH entre 5.5 a 6.5 (Valladolid 2005). En terrenos excesivamente calizos, con pH superiores a 7.5, las plantas vegetan mal apareciendo graves problemas de clorosis. Las plantas de frijol son altamente sensibles a la salinidad de los suelos y aguas, sobre todo cuando aparece en forma de cloruro sódico (Maroto 2002).

c) Clima

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz. Tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo. El frijol se adapta bien a temperaturas de 18 a 28 °C (Valladolid 2005).

Su cero vegetativo se establece entre 8 y 10°C (Maroto 2002). Con una humedad adecuada puede germinar en 4-6 días si la temperatura está entre 20-25°C, y a los 3-4 días si está entre 20-30°C (Valladolid 2005).

En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5° C o 40° C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles (Ríos y Quirós 2002).

Las heladas, por ligeras que sean, afectan de modo ostensible a la planta. Temperaturas excesivamente altas (superiores a 28-30°C), unidas a regímenes de humedad relativa bajos, pueden provocar la caída de flores, e incluso de vainas recién cuajadas (Maroto 2002).

Las variaciones térmicas muy pronunciadas, sobre todo por debajo de 10-12°C, además de afectar al crecimiento de la planta, pueden inducir la formación de anomalías en la fructificación, produciendo lo que se llama vainas en “ganchillo” (Maroto 2002).

En cuanto a la luz, su importancia está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar retraso en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días (Arias *et al.*, 2007).

Las variedades enanas suelen ser insensibles a la duración del fotoperiodo, mientras que las de enrame pueden ser insensibles o de día corto (Mateo 1961).

El viento también es un factor que puede afectar al cultivo. Bubenzer y Weis (1974) estudiaron la acción desfavorable del viento sobre la producción de frijol, habiendo observado mermas de hasta el 8%, cuando la acción del mismo se produce en etapas tempranas de crecimiento, y del 14% cuando se está produciendo la floración.

El cultivo de frijol canario requiere una humedad atmosférica de aproximadamente 50%. La temperatura y humedad están íntimamente relacionadas. La caída de flores está asociada con altas temperaturas y baja humedad relativa (el efecto negativo de estas condiciones depende del momento en que ocurre y la intención de duración); el periodo crítico corresponde a las primeras etapas de floración que desarrolla el mayor porcentaje de vainas (Singh, 1965)

2.7 MANEJO FITOSANITARIO

a) Malezas

La competencia por espacio, luz, agua y nutrientes que establecen las malezas con el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ocasiona pérdidas superiores al 50% de la cosecha cuando no se combaten oportunamente (Soto y Gamboa 1984).

Vieira (1970), señala que la intensidad de la competencia depende, entre otros factores, de las especies, población de malas hierbas, humedad del suelo, altura y hábito de crecimiento del cultivo.

Agundis *et al.*, (1963) y Barreto (1970) coinciden en situar el período crítico de competencia de malas hierbas en frijol durante los primeros treinta días de crecimiento del cultivo.

Varias investigaciones realizadas sobre diferentes métodos de control de malezas en frijol permiten concluir que lo más recomendado es hacer un manejo integrado, definido como un conjunto de prácticas o métodos encaminados a mantener la vegetación arvense en un nivel inferior al que produciría pérdidas de importancia económica (Córdoba y Casas 2003).

b) Plagas

En muchas regiones de América Latina y África, los frijoles se cultivan con laboreo limitado o aplicación de pesticidas sobre los residuos de cereales o áreas de barbecho. Mientras los limitados inputs que se utilizan pueden a menudo constreñir los rendimientos, Tapia y Camacho (1988) encontraron menos daños ocasionados por insectos y patógenos en estos sistemas, y mejor control de la erosión del suelo.

Las principales plagas que atacan al cultivo de frijol se muestran a continuación:

CUADRO N° 01: Principales plagas del frijol

Plaga	Daño
Gusano picador de tallos (<i>Elasmopalpus lignosellus</i>)	Las orugas atacan plantas tiernas, hasta la tercera semana después de la siembra. La larva penetra al tallo y barrena hacia arriba ocasionando la muerte de la planta.
Gusano de tierra (<i>Feltia experta</i>)	Se observan plantas tumbadas en los primeros estadios de desarrollo por causa de cortaduras producidas por las larvas a nivel del suelo.
Mosca minadora (<i>Liriomyza sp</i>)	Muestra líneas serpenteadas y lagunares en las hojas de color blanco, que puede producir la caída de hojas, si el ataque es fuerte.

Arañita roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Al succionar la savia de las hojas, éstas se tornan blanquecinas en la cara superior. El envés aparece plateado y muy sucio (deyecciones).
Gusano perforador de brotes y vainas (<i>Epinotia aporema</i>)	Brotes barrenados, atrofiados, secos o muertos. Flores y tallos perforados, desde el ápice y con galerías internas. Vainas perforadas y con larvas comiendo en su interior.
Lorito o cigarrita verde (<i>Empoasca kraemeri</i>)	El insecto en estado de ninfa y adulto causa daño al alimentarse del tejido del floema, aunque es posible que también intervenga una toxina. El daño se manifiesta en forma de encrespamiento y clorosis foliar, crecimiento raquíutico, gran disminución del rendimiento o pérdida completa del cultivo. El ataque es más severo en épocas secas y cálidas y la situación se agrava cuando la humedad del suelo es insuficiente.

Fuente: CIAT (1984), citado por Ancin (2011).

c) Enfermedades

Las principales enfermedades fungosas que atacan al cultivo de frijol se muestran a continuación:

CUADRO N° 02: Principales enfermedades del frijol

Enfermedad	Daño
Amarillamiento por fusarium (<i>Fusarium sp</i>)	La pudrición empieza en la punta de la raíz y avanza hacia el cuello ocasionando el tumbado de las plántulas. Puede ocasionar el taponamiento del sistema vascular, produciendo amarillamiento y envejecimiento prematuro de las hojas inferiores.
Chupadera fungosa (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Puede producir podredumbre del pie, chancro del tallo, pudrición radical. También llega a infectar las vainas que se encuentran en contacto con la superficie del suelo, y de ahí infectar la semilla.
Podredumbre gris (<i>Botritis cinérea</i>)	Afecta a las plantas de corta edad, causando aborto de flores. Presenta manchas marrones a la altura del cuello del tallo rodeándolo, donde se puede observar micelio blanco y esclerotes redondos de color marrón.

Antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>)	En plantas jóvenes, los tallos presentan pequeñas manchas que crecen a lo largo y pueden quebrarlo. Debajo de las hojas, las venas principales se ven quemadas y con un color rojizo oscuro. El síntoma más claro es en las vainas, donde se observan manchas redondas, hundidas, con borde rojizo. En ataques tempranos la vaina se tuerce y no produce granos.
Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i>)	Se manifiesta con pústulas de color marrón rojizo en las hojas. En ataques fuertes las hojas amarillean y caen.

Fuente: Fuente: CIAT (1984), Valladolid (2005), citado por Ancin (2011).

La principal bacteria que ataca al frijol en América es *Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*, produciendo la enfermedad conocida como “tizón común”. Los síntomas se presentan en hojas, vainas, tallo y semillas. En hojas, se inicia como pequeñas manchas acuosas, que se oscurecen, aumentan de tamaño y se unen para dar aspecto de quema, con borde amarillo claro. La quema aparece principalmente en el borde de las hojas. En las vainas se ven pequeñas manchas húmedas, que se vuelven de color café oscuro con el borde rojizo (Araya 2008).

2.8 LABORES CULTURALES

2.8.1 Preparación del terreno

La primera operación consiste en arar el terreno en seco a una profundidad de 40 cm. Las malezas o residuos vegetales de la cosecha anterior se cortan y se incorporan al suelo por medio de una rastra de discos. Después se da un riego (conocido con el nombre de “machaco”) cuando el terreno "está a punto", y posteriormente se dan dos pasadas de rastra de dientes, para obtener una superficie suelta y granulada. En caso que la superficie del campo sea irregular, se necesita efectuar una buena nivelación para evitar que el agua se encharque y pudra las raíces.

2.8.2 Deshierbos

El control de las malas hierbas puede hacerse de dos formas (Torres, 2006):

- **Control cultural:** Mediante prácticas agronómicas (deshierbo manual). Normalmente se eliminan con una azada en dos pases, una a los 15-20 días después de la siembra y la segunda 10 días después de la primera pasada.
- **Control químico:** Es considerado siempre como la última opción, su manejo está sujeto al costo comparado con los beneficios que aporta. Cuando se lleva a cabo se aplican herbicidas pre y post emergencia.

2.8.3 Siembra

Se considera que en el país, es posible la siembra de las variedades de frijol durante todo el año, la mayoría de los cultivares sembrados en costa corresponden a los tipos I y II de porte arbustivo y que requieren una siembra con alta densidad, mientras que en la sierra y selva, además se siembran los frijoles tipo IV.

La siembra puede realizarse bajo la modalidad de hilera simple, con surcos separados entre 0,60 y 0,80 m, o hilera doble con la siembra a ambos lados del camellón, en este caso la separación del surco es de 0,80 y 1,20 m.

La siembra puede ser manual, depositando la semilla en el camellón o mecanizada empleando máquinas sembradoras que distribuyen la semilla por golpes variando el distanciamiento según el disco sembrador que se utilice (Camarena *et al.* 2009).

2.8.4 Fertilización

El valor agronómico del frijol por su capacidad para fijar el nitrógeno del aire, y su gran adaptabilidad a las variables condiciones de fertilidad de los suelos hace que muchas veces se considere innecesario el abonamiento del cultivo; sin embargo, el frijol al igual que otros cultivos requiere de varios elementos para crecer y desarrollarse adecuadamente.

Se recomienda realizar un análisis del suelo antes de aplicar cualquier abonamiento, se recomienda utilizar de 40 a 60 kg de N/ha (dos sacos de urea) y 40 kg de ácido fosfórico /ha (dos sacos de superfosfato de 50 kg) o cuatro sacos de un abono compuesto 20-20-20.

El momento de realizar el abonamiento es a la siembra o entre los 10 a 20 días después de la siembra. Si se utiliza urea se recomienda fraccionar en dos momentos, la mitad de la dosis a la siembra y la otra mitad al aporque (Camarena *et al.* 2009).

2.8.5 Aporque

Es una operación que consiste en remover la tierra entre los surcos y levantarla de manera uniforme hasta la altura del cuello de las plantas, utilizando una azada o pico, tratando de no maltratar las raíces ni el follaje. Esta labor es muy importante y tiene varios propósitos:

- ✓ Evita el crecimiento de malezas.
- ✓ Determina la estabilidad de las plantas.
- ✓ Es más accesible para el riego.
- ✓ Controla algunas plagas.
- ✓ Airea y remueve el suelo.

El aporque se realiza a los 25-40 días después de la siembra en plantas de hábito de crecimiento determinado y en plantas de hábito de crecimiento indeterminado cuando se desarrollan las primeras guías (Torres 2006).

2.8.6 Riego

El frijol es muy susceptible a la deficiencia de humedad del suelo sobre todo en época de la floración y llenado de vainas, y si es en exceso puede ocurrir amarillamiento y muerte de la planta por la presencia de la chupadera por la falta de oxígeno.

Aplicar de 2 a 3 riegos, en suelos arenosos la frecuencia puede ser mayor, no debe faltar humedad durante la floración, por eso los riegos en prefloración y formación de vainas son importantes para obtener altos rendimientos y granos de buena calidad. Los riegos deber ser ligeros, los pesados y abundantes causan amarillamiento y muerte de las plantas.

2.8.7 Cosecha

La cosecha está directamente relacionada con la madurez fisiológica de la planta. Cuando se observa el inicio del cambio de coloración de verde a verde-amarillento en hojas y vainas, la semilla empieza a pigmentarse de color típico de la variedad, alcanza su madurez fisiológica, y su máximo poder germinativo y vigor. Según la variedad, las semillas de frijol alcanzan su peso seco máximo 30-35 días después de la floración. En este momento el contenido de humedad es alto (35-39%). Si se trilla en este estado, puede causar grave daños físicos a la semilla.

Para saber si ha alcanzado la madurez de cosecha en el campo, se debe observar la dehiscencia: Cuando la vaina al ser suavemente presionada se abre está lista para la trilla.

- La cosecha se efectúa en forma manual, semimecanizada o mecanizada.
- Las plantas de frijol se encuentran en condiciones aptas para ser arrancadas desde el momento en que las vainas comienzan a cambiar su color natural a un color café amarillento.

2.9 ASPECTOS GENERALES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

2.9.1 Materia Orgánica

La materia orgánica es fuente de reserva de nutrientes para las plantas. Bajo la acción microbiana del suelo, el humus se mineraliza paulatinamente, de tal forma que no solo libera nitrógeno nítrico, sino también el conjunto de elementos fertilizantes (Gross 1981).

La materia orgánica es un componente esencial en la formación y viabilidad de un suelo agrícola. El nombre genérico de materia orgánica comprende toda clase de materiales de origen vegetal y animal, fresco, seco, descompuesto o en diferentes estados de descomposición, hasta la formación de humus. Al hablar de la parte orgánica del suelo, debe comprenderse o referirse a la acción biodinámica de dos entidades: la materia orgánica propiamente dicha y el humus (Estrada 1996).

La materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos vegetales y animales de todas las clases más o menos descompuestas y transformadas por la acción de los microorganismos, la cual constituye uno de los componentes fundamentales del suelo y a pesar de que en los suelos minerales su contenido es bajo en proporción a otras partículas sólidas, su presencia ejerce notable influencia sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Domínguez 1989).

2.9.2 Origen de la materia orgánica en los suelos

La fuente originaria de la materia orgánica y del humus está conformada por los restos de animales y especialmente vegetales que se depositan en el suelo.

Los restos vegetales de cualquier naturaleza, hojas, ramas muertas, etc., que caen al suelo constituyen la fuente principal de la materia orgánica del suelo (Puma 1998).

Los componentes primarios de la materia orgánica del suelo son: vegetales, animales y microorganismos. Estos sufren diversos procesos de descomposición y sobre ellos se desarrollan nuevos microorganismos que al morir son descompuestos por otros, se suele admitir que entre un tercio y un medio de la materia orgánica del suelo procede los microorganismos (Primo 1973).

2.9.3 Contenido de materia orgánica de los suelos

La mayoría de los suelos contienen entre 1 a 6 % de materia orgánica, lo que representa de 20,000 a 120,000 kg de materia orgánica por ha (Puma 1998). En suelos muy áridos (desiertos) el porcentaje bajará del 1 %, y en las selvas tropicales donde se depositan muchos desechos orgánicos puede ser mayor al 6 % (Biblioteca de la Agricultura 1997).

Los tejidos vegetales son considerados como fuente principal de la materia orgánica del suelo, mientras que, los restos de origen animal (estiércoles) como fuente secundaria. Se encuentran formados por una serie de componentes que van desde tejidos vegetales o animales poco alterados y productos humíferos procedentes de su descomposición, hasta un material de color pardo o negro, denominado “humus” (Batallanos 1999).

Un suelo con adecuado contenido de materia orgánica provee suficiente dióxido de carbono para la síntesis de la formación microbial, transformándolo en suelo vivo con actividad microbiana. Los ácidos orgánicos resultantes de la descomposición orgánica incrementan la capacidad del suelo para la disolución de los minerales (Zavaleta 1992).

2.9.4 Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo

Sarmiento (1996); señala que al referirse a la influencia de la materia orgánica debe expresarse en términos de humus debido a que este es el producto final de la descomposición de la materia orgánica.

Es así que pueden considerarse desde tres puntos de vista el efecto del humus en el suelo.

a) En las propiedades físicas:

- Mejora la estructura.
- Disminuye valores de densidad aparente especialmente en suelos de textura fina por el esponjamiento que causa.
- Disminuye la densidad real.

- Mejora la permeabilidad del aire (buena aireación) y del agua (buena infiltración).
- Reduce el peligro de erosión por agua y viento especialmente en partículas finas.
- Mayor temperatura del suelo por colores oscuros que absorben mayor luz solar favoreciendo la germinación y desarrollo de los cultivos.
- Mayor capacidad de retención de humedad del suelo debido a que la materia orgánica en forma coloidal (humus) admite agua 4.4 veces de su peso.
- Disminuye la plasticidad y cohesión de las partículas del suelo.

b) En las propiedades químicas:

- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico.
- Incremento de la disponibilidad de nutrientes.
- Incrementa el CO_2 en el suelo el cual con el agua forma el H_2CO_3 que es de gran importancia en los procesos químicos de formación del suelo.
- En concentraciones adecuadas amortigua las variaciones del pH en el suelo, (efecto Tampón = buffer) y en excesivas concentraciones de materia orgánica acidifica el suelo.
- Incremento de la habilidad del suelo para obtener o retener los compuestos de los fertilizantes y nutrientes de los minerales del suelo y de esta forma hace decrecer el flujo de pérdida de nutrientes por percolación.

c) En las propiedades biológicas:

- Incrementa la actividad microbiana que es fuente de alimentos y energía para la mayoría de microorganismos del suelo.
- Es fuente principal de energía para los organismos heterotróficos.
- Regula la población microbiana y sus actividades.
- Estimula el crecimiento de vegetales debido a la acción de ácidos húmicos sobre procesos metabólicos.

2.9.5 Descomposición de la materia orgánica en el suelo

La materia orgánica agregada al suelo bajo condiciones óptimas de humedad, pH, T° y aireación es atacada por una gran variedad de microorganismos entre los que destacan hongos, bacterias, actinomicetos y protozoarios. Cuando los tejidos orgánicos se agregan al suelo se producen tres reacciones generales:

- El grueso del material sufre una oxidación enzimática con la producción de CO_2 , agua, energía y calor.
- Los elementos esenciales N, P, K y otros son liberados y/o inmovilizados por una serie de reacciones específicas para cada elemento.
- Existe formación de compuestos resistentes a la acción microbial (humus) a través de la modificación de compuestos originales de las plantas o a través de la síntesis de nuevos compuestos por los microorganismos.

Referente al grado o proporción de descomposición de los compuestos orgánicos este es muy variable y depende de la naturaleza de los residuos y de las condiciones bajo las cuales ocurre la descomposición siendo la descomposición más rápida en azúcares, almidones y proteínas simples, y más lenta en ligninas. Se debe considerar que todos estos compuestos empiezan a descomponerse simultáneamente, el proceso de descomposición al principio es rápido pero gradualmente disminuye.

La mineralización de la materia orgánica viene a ser la degradación de la misma hasta liberar compuestos inorgánicos simples (N, P, K, Ca, Mg, S, etc.) y ocurre cuando la materia orgánica agregada al suelo presenta estrecha relación C/N y es fácilmente descompuesto por los microorganismos del suelo (Sarmiento 1996).

2.9.6 Relación carbono-nitrógeno y la descomposición de los residuos orgánicos

En cuanto la relación C/N sea más baja, es más fácil la descomposición y relativamente son más ricos en contenido de nitrógeno; mientras que si la relación carbono nitrógeno es más amplia, el contenido de nitrógeno es relativamente bajo y más lenta la descomposición; por lo tanto, es mayor el tiempo para su descomposición y liberación del nitrógeno como amonio o nitrato.

Cuando los residuos orgánicos alcanzan el suelo, los microorganismos inician la descomposición y hay incremento de microorganismos; por consiguiente, incrementan la necesidad de carbono tanto para la elaboración de las estructuras orgánicas de sus cuerpos y como fuente de energía y del nitrógeno para la proteína de sus cuerpos. Cuando la inmovilización del nitrógeno excede la mineralización los microorganismos compiten con los cultivos por el nitrógeno disponible, bien sea de los residuos o del suelo, y esto sucede cuando se incorpora residuos con relación C/N muy amplia.

- **C/N es mayor a 30;** la inmovilización es mayor a la mineralización.
- **C/N entre 30-15;** la inmovilización es igual a la mineralización aproximadamente.
- **C/N menor a 15;** la mineralización es mayor a la inmovilización (Zavaleta 1992).

2.9.7 Factores que afectan la descomposición de la materia orgánica

El tiempo y la velocidad de descomposición de la materia orgánica incorporada al suelo dependen de su composición química, cantidad de materia orgánica añadida, condiciones del medio edáfico, tipo de materia orgánica, temperatura, humedad del suelo y otros factores que influyen en microbiología del suelo. La materia orgánica es uno de los componentes más difíciles de edificar en un suelo agotado o deficiente de ella. Se destruye por el sobre cultivo, excesiva aradura, por la oxidación como proceso natural (condiciones especiales de costa), por calor, erosión, etc. Puede ser reabastecida por la incorporación de estiércoles si los hay y/o abonos verdes, en combinación con cal, fósforo y otros productos que ayuden a llegar a su estado coloidal final llamado humus. Cada sistema rotacional debe estar diseñado de tal manera que facilite y asegure un equilibrio en el suelo (Batallanos 1999).

2.10 FERTILIZACIÓN CON ABONOS ORGÁNICOS

Guerrero, citado por Batallanos (1999) menciona ampliamente que la materia orgánica incorporada en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida al suelo, ya que sirve de alimento a todos los organismos que viven en él. La incorporación de abonos orgánicos, muchos meses antes de la siembra para evitar daños en plantas emergidas y sugiere que en suelos pesados se aplique estiércoles en cantidades variables de 10 a 20 t/ha. Con relación al estiércol de vacuno manifiesta que éste debe ser un complemento en el uso de fertilizantes minerales en aquellos lugares donde la materia orgánica es escasa.

2.10.1 Fuentes de materia orgánica

Una forma de mejorar la fertilidad del suelo es aplicando abonos orgánicos, debido a que éstos aparte de intervenir en la formación de la estructura del suelo, son fuentes de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y organismos que viven en él, en contraste con los fertilizantes químicos que solo tienen algunos nutrientes y su efecto físico es nulo.

Las enmiendas orgánicas, aportan materia orgánica al suelo, encontró además que el compost y la gallinaza son las mejores enmiendas que incrementan la flora bacteriana del suelo (Batallanos 1999).

En la Costa Peruana las fuentes de materia orgánica que se usan mayormente son: el guano de islas, el estiércol de vacuno, la gallinaza, el compost y el humus de lombriz. En la Selva, el uso de abonos verdes a base de leguminosas, constituye la principal fuente de materia orgánica (CLADES 1998).

2.10.2 Estiércol de Vacuno

a) Características y Composición

Corresponde a la clase de estiércol frío, que son de acción lenta, pero más duradera y están más recomendados para suelos ligeros o arenosos. El valor de estiércol en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo ha sido ampliamente utilizado desde el pasado. Es una práctica que se usa frecuentemente en la sierra del Perú. Aplicaciones de más de 10 t/ha, muestran efectos positivos, tanto en las características físicas y químicas del suelo, así como en la alta producción de fruto. Cuando hay una buena conservación del estiércol de vacuno se puede considerar el contenido promedio en: 0,5 % de N; 0,25% de P_2O_5 ; y 0,5 % de K_2O . Además aproximadamente 1/2 de nitrógeno, 1/3 de K_2O y 1/4 a 1/5 parte de P_2O_5 es disponible en forma inmediata por la planta (Batallanos 1999).

El estiércol de vacuno tiene dos componentes originales, el sólido y el líquido. El material sólido representa en su mayor parte el material no digerido y la porción líquida representa el material digerido que ha sido absorbido por el animal y después excretado. El excremento sólido en promedio contiene la mitad o más de nitrógeno como una tercera parte del potasio y casi todo el fósforo que excreta el animal. Todos los nutrientes vegetales de la fracción líquida u orina son solubles y son directamente aprovechables para las plantas o se convierten aprovechables fácilmente (Puma 1998).

Gross, manifiesta que en suelos ligeros debe enterrarse lo más profundo posible que en los suelos pesados y húmedos, un estiércol enterrado demasiado profundo no nitrifica en especial en los suelos pesados. Guerrero (1993), indica que se ha observado que el estiércol de ganado vacuno por el mayor contenido de agua y menor contenido de heces, se descompone lentamente y la temperatura se eleva débilmente. En suelos compactados o

arcillosos y en suelos arenosos es conveniente el empleo de dosis altas de estiércol , mayor a 30 t/ha (Gross 1981).

La composición del estiércol de vacuno es muy variable y depende de muchos factores como: la especie y edad del ganado, el uso de camas, la inclusión o exclusión del excremento líquido y la magnitud del proceso de descomposición en el compostaje, así como la alimentación del animal (Biblioteca de la Agricultura 1997).

Velazco (1991), menciona que el estiércol vacuno por lo general contiene en la orina y excrementos la siguiente composición mostrada en el cuadro N° 03.

CUADRO N° 03

Composición química del estiércol de vacuno comparada con gallinaza

Tipos de Materia Orgánica	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Agua %
Estiércol de vacuno	1.00	0.02	1.2	90
Guano fresco de gallina	1.00	0,80	0.4	0
Guano seco de gallina	4.5	3.2	1.35	0

Fuente: Velazco L. J., 1991, UNSA.

CUADRO N° 04

Composición Química del Estiércol de Vacuno de la UNA La Molina,
Lima, en Base a Peso Seco.

Componente	Unidad	Cantidad
Humedad	%	8.4
Materia Seca	%	91.6
Materia Orgánica	%	75.66
Nitrógeno Total	%	2.7
Carbono	%	43.89
C/N	-	16.25
P ₂ O ₅	%	1.15
K ₂ O	%	4.69
Ph	1:1	6.1
C.E.	Mmho/cm	12.03

Fuente: UNA La Molina, citado por Batallanos, 1999

CUADRO N° 05

Composición media del estiércol vacuno en Kg/ha en base a 25 % de
Materia Seca de Producto Seco.

Elemento	Cantidad (Kg.t)
Nitrógeno	4
P ₂ O ₅	2.5
K ₂ O	5.5
Azufre	0.5
Magnesio	2.5
Calcio	5.0
Manganeso	0.04
Boro	0.004
Cobre	0.002

Fuente: Adaptado de la Biblioteca de la Agricultura, 1997.

CUADRO N° 06:

Composición media del estiércol fresco de vacuno con
20 – 25% de materia seca.

Elemento	Cantidad (Kg./t)
Nitrógeno	3-5
P ₂ O ₅	2-4
K ₂ O	5-6
Azufre	0.5
Magnesio	2.0
Calcio	5.0
Manganeso	0.03-004
Boro	0.04
Cobre	0.02

Fuente: Gross, 1981

b) Ventajas por su utilización.

Las principales ventajas que se logran con la incorporación de estiércol al suelo es el aporte de los nutrientes, incremento de retención de humedad y mejora de la actividad biológica con la cual se incrementa la productividad del suelo (Sarmiento, 1996).

La aprovechabilidad de los nutrientes depende del estado de descomposición que ha alcanzado el estiércol durante su almacenamiento en el establo o en la pila; el índice

de aprovechamiento, asciende en el transcurso de tres años aproximadamente un 25 – 30 % de nitrógeno, un 30 % de fósforo y un 50 – 70 % de potasio (Gomero y Velásquez, 1999).

La aprovechabilidad del estiércol cuando es aplicado al suelo se distribuye en tres años: 50 % para el primero, 35 % para el segundo y un 15 % para el tercero (Gross, 1981).

Durante las etapas iniciales de descomposición de los materiales orgánicos existe rápido aumento en el número de organismos heterótrofos que es acompañado por la producción de grandes cantidades de anhídrido carbónico; éste incremento en la población microbiana, permitirá una mayor demanda de nitrógeno, de ahí se deduce que si la relación C/N del material orgánico se amplía habrá una inmovilización neta del nitrógeno, en cambio, cuando se produce la disminución en la población microbiana, la relación C/N se hace más estrecha, ello puede ocurrir porque una proporción de la población microbiana muere a causa del decrecimiento del alimento disponible, alcanzando al final un nuevo equilibrio, el logro de este nuevo equilibrio puede ser acompañado de la liberación de nitrógeno mineral disponible para la absorción de las plantas o asimilación por los microorganismos; pudiendo resultar que el nivel final de nitrógeno en el suelo sea mayor que el nivel original. (Tisdale y Nelson, 1991; Davelouis, 1992; CLADES, 1998).

La incorporación de materia orgánica al suelo, influencia las siguientes propiedades físicas: mejora la estructura, disminuye la densidad aparente y densidad real, mejora el espacio poroso, favorece la permeabilidad, incrementa la retención de agua, aumenta la temperatura del suelo; los efectos en las propiedades químicas son: incremento de la C.I.C., aumenta la disponibilidad de nutrientes, atenúa la retrogradación del P y K, favorece la formación de CO₂ importante para procesos de formación de suelos, evita variaciones bruscas de pH “Efecto buffer o tampón” y en las propiedades químicas: aumenta la actividad microbiana, es la fuente principal de energía para microorganismos de suelo, regula la naturaleza microbiana del suelo y sus actividades (Zavaleta, 1992; Antúnez de Mayolo, 1984; CLADES, 1998; Guerrero, 1993).

2.10.3 La Gallinaza

a) Características y Composición

Corresponde a la clase de estiércol caliente, éstos evolucionan más rápido porque son más concentrados, se calienta y maduran con mayor facilidad, tienen una acción acelerada. Se aplican a suelos pesados, puesto que calienta y activa la vegetación gracias a una

mineralización más rápida, (Batallanos 1999).

La gallinaza es el estiércol de gallina preparado para ser utilizado en la industria agropecuaria, tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo; es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principal componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne. Los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se deben a que las gallinas solo asimilan entre el 30% y 40% de los nutrientes con las que se les alimenta, lo que hace que en su estiércol se encuentren el restante 60% a 70% no asimilado; la gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula; el carbono también se encuentra en una cantidad considerable el cual es vital para el aprovechamiento del oxígeno y en general los procesos vitales de las células; otros elementos químicos importantes que se encuentran en la gallinaza son el fósforo y el potasio. El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula; cabe resaltar que el estiércol de gallina como tal no se puede considerar gallinaza, para que sea gallinaza es necesario primero procesar el estiércol; la utilización de la gallinaza como abono para cultivos resulta ser una opción muy recomendable debido al bajo costo que representa, y a lo rico de la mezcla. En promedio, se requiere de 600 g a 700 g por metro cuadrado de cultivo para obtener buenos resultados. Aunque en algunos casos, dependiendo de si el suelo presenta algún empobrecimiento, podría llegar a ser necesario utilizar hasta 1 kg por metro cuadrado (Gallinaza, 2014).

La gallinaza o estiércol de gallina es uno de los componentes de origen natural con mayor contenido de nutrientes entre todos los fertilizantes conocidos; además, como toda camada de gallina, contiene fuentes de carbono, que son responsables para la conversión del humus; la gallinaza se puede usar tanto en horticultura como en cultivos extensivos, sin embargo una de las limitantes para su utilización en el cultivo extensivo es su costo, ya que se necesita gran cantidad para aquellos rubros de mayor rentabilidad (soja, maíz, trigo, algodón); es un abono que cuenta con mayor concentración que el estiércol de vaca, debido a la alimentación que reciben los pollos y que son a base de balanceados concentrados, los cuales contienen mayores nutrientes que aquellos que consume la vaca, pues esta combina su alimento con pasturas. El estiércol de vaca contiene nutrientes, pero no es tan concentrado como el de gallina. Esto no significa que no sirva, ya que también cumple su función química y física agregando al suelo retención de humedad, fuente de nutrientes, y actuando como regulador de la temperatura del suelo. Es importante que los productores

tengan en cuenta que el estiércol de gallina no se debe colocar al sol para que se seque, sino a media sombra, para que los microorganismos puedan transformar los diferentes componentes en materia prima, que puede ser aprovechada por las plantas como aminoácidos, grasas, resinas, bajo peso molecular. Lo que se pretende con el proceso de secado bajo sombra, es llegar a lo que se denomina curado de la materia orgánica (Moriya, s.f.).

La calidad de la gallinaza está determinada principalmente por el tipo de alimento, la edad del ave, la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón; también son muy importantes el tiempo de permanencia en el galpón (una conservación prolongada en el gallinero con desprendimiento abundante de olores amoniacales reduce considerablemente su contenido de nitrógeno) y finalmente el tratamiento que se le haya dado a la gallinaza durante el secado (Estrada, 2005).

CUADRO N° 07

Contenido y solubilidad de elementos nutritivos en gallinaza madura.

ELEMENTO TOTAL	CONTENIDO	SOLUBILIDAD
N	3.00%	30.34
P	1.82%	20.30
K	1.27%	31.50
Ca	1.55%	5.17
Mg	0.57%	5.12
Fe	2830 ppm	0.006
Mn	196 ppm	11.23
Cu	32 ppm	12.50
Zn	137 ppm	11.11

Fuente: Sarmiento, 1996.

CUADRO N° 08

Composición y contenido de minerales de la gallinaza.

ELEMENTO	%
Nitrógeno no proteico	11.60
Proteína verdadera	13.10
Humedad	5.56
Calcio	7.83
Fósforo	2.64
Cloro	0.99
Hierro	0.26
Magnesio	0.48
Manganeso	0.03
Potasio	0.91
Sodio	0.87
Zinc	0.42

Fuente: Extraído de Málaga, 1999.

La gallinaza es también un apreciado abono orgánico rico en nitrógeno (6%) y contiene todos los nutrientes indispensables para las plantas en mayor cantidad que los estiércoles de otros animales. Durante el año se puede acumular excrementos de gallina de 60 a 70 kg/animal. Lo más común es que la gallinaza este conformada por la mezcla de aserrín con estiércol de gallina, esto disminuye su calidad, por ello es preferible realizar el compostaje o fermentación antes de su incorporación al suelo (Sarmiento 1996).

Domínguez (1989), sostiene que la composición química de la gallinaza es variable, depende de muchos factores y está dada mayormente en función al contenido de materia seca presente.

CUADRO N° 09

Composición media de la Gallinaza, en comparación a otras Materias Orgánicas.

Producto	Materia Seca %	Contenido de elementos Kg/t					
		N	P	K	MgO	S	Reacción
Gallinaza	28	15	16	9	4.5	-	Básica
E. vacuno	32	7	6	8	4	-	Ácida
E. oveja	35	14	5	12	3	0.9	Ácida
E. cerdo	25	5	3	5	1.3	1.4	Ácida

Fuente: Según, Domínguez, 1989.

b) Ventajas del uso de la Gallinaza:

- Aporte de nutrientes.
- Incremento de la retención de humedad.
- Mejora la actividad biológica del suelo.
- Incrementa la productividad del suelo (Guerrero 1993).
- Aumenta la capacidad de intercambio de cationes del suelo CIC, (CLADES 1998).

2.10.4 Guano de Islas

El guano de islas es un compuesto orgánico heterogéneo de procedencia nacional, su ley es variable según la clase de guano y el tipo de abono; es un compuesto natural orgánico (Quequezana 2000).

El Guano de las islas del Perú, es un recurso renovable que se encuentra en la costa peruana, en estado natural, sobre las islas rocosas simplemente está pegado al litoral y donde muchas especies de aves marinas; viven y se reproducen. El Guano peruano (es estiércol de pájaro o aves de las islas) es un poderoso fertilizante orgánico, con gran uso por los agricultores hace muchos años. Tiene alto volumen de nitrógeno, fósforo y potasio con otros elementos nutritivos que hacen de él, el fertilizante orgánico más completo en el mundo. Este recurso natural es tan antiguo, que nuestros incas primero descubrieron sus propiedades y desde entonces, generación a generación, se ha usado.

Biológicamente este fertilizante, cumple un rol esencial en el metabolismo básico; en el desarrollo de las raíces, tallos y hojas y asegura la nutrición de la planta.

Con todo derecho, nosotros podemos decir que nuestro guano de las islas peruanas es el mejor fertilizante orgánico más completo en el mundo, en principio contiene los elementos indispensables para el crecimiento de plantas que son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, también tiene rastros de otros elementos como Azufre, Calcio, Magnesio, y oligoelementos de Zinc, Cloro, Sodio, Boro, etc., El guano peruano de albatros o aves marinas, además de estos elementos contiene un cierto número de bacterias (nitrobacter, nitrosoglea, nitricystis) benéficas nitrificantes nutritivas y hongos que ayudan a la planta en su proceso de síntesis de nitrógeno y absorción de fósforo y potasio, además de protozoos (PROABONOS, 2009).

El guano se presenta como un material amarillento grisáceo y cuando es molido presenta una coloración amarilla pálida o marrón claro, el guano rico se caracteriza por sus olores de vapores amoniacales el guano de isla se forma mediante un proceso de fermentación

sumamente lento lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales especialmente las nitrogenadas tales como los uratos, carbonatos, fosfatos, y otras combinaciones menos abundantes (UNALM 1994).

Disponibilidad de nutrientes

Del Nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible, (33% es amoniacal y 2% en forma nítrica) y el 65% se encuentra en forma orgánica.

Del Fósforo total el 56% es soluble en agua (disponible) y el 44% se encuentra en forma orgánica.

Cuando se aplica el Guano de las Islas, en promedio 35% de Nitrógeno y 56% de Fósforo están disponibles para la absorción inmediata por las plantas, la forma orgánica continúa la mineralización, aportando nutrientes durante el desarrollo del cultivo.

Composición del guano de islas:

-Guano de islas rico o azoadado

CUADRO N° 10: Composición del guano de isla rico o azoadado.

COMPOSICIÓN DEL GUANO DE ISLA RICO O AZOADO		
Nitrógeno:	9 a 15 %	Bajo tres formas posibles
- Orgánico	90 a 100 %	especialmente ácido úrico
- Amoniacal	4 a 5 %	Cloruro y bicarbonato de amoniaco
- Nítrico	Muy poco	
P ₂ O ₅	8 %	Ac.Fosfórico (90 % rápido asimilable)
K ₂ O	1 a 2 %	Soluble en su totalidad
CaO	7 a 8 %	-----
MgO	0.4 a 0.5 %	-----
Azufre	1.5 a 1.6 %	-----
Cloro	1.5 %	-----
Sodio	0.8 %	-----
Humedad	20 %	-----
Ph	6,2 a 7 %	-----

Fuente: UNALM, 1994.

CUADRO N° 11: Composición del guano de isla rico o azoadado

COMPOSICIÓN DEL GUANO DE ISLA RICO O AZOADO	
Nitrógeno	12 a 17 %
- Orgánico	1 %
- Amoniacal	29 %
- Nítrico	70 %
P ₂ O ₅	10 a 13 % (asimilable 60 %)
K ₂ O	2,5 a 3 %
CaO	7 a 8 %

Fuente: Quequezana, 2000

- Guano de islas pobre o fosfatado

CUADRO N° 12: Composición del guano de isla pobre o fosfatado.

COMPOSICIÓN DEL GUANO DE ISLA POBRE O FOSFATADO	
Nitrógeno	1 a 2 %
- Forma nítrica	1 %
- Forma orgánica	99 %
P ₂ O ₅	16 a 20 %
K ₂ O	1 a 2 %
CaO	16 a 19 %

Fuente: UNALM, 1994.

CUADRO N° 13: Composición del guano de islas.

ELEMENTO	COMPOSICIÓN
Nitrógeno total	13.00%
Nitrógeno orgánico	7.00%
Fósforo	12.00%
Potasio	3.00%
Azufre	3.78%
Cloro	1.54%
Sodio	1.07%
Magnesio	0.41%
Silicio	0.36%
Fierro	0.032%
Estaño	0.024%
Manganeso	0.02%
Fluor	0.018%
Yodo	0.0053%
Cobre	0.0024%
Boro	0.0016%
Arsénico	0.0002%
Aluminio	0.0002%
Titanium	0.0002%
Plomo	0.0002%
Zinc	0.0002%
Ceras y grasas	1.52%
Carbón orgánico	7.06%
Humedad	16.00%
pH	6.5

Fuente: PROABONOS, 2009.

Propiedades (PROABONOS, 2009; Guerrero, 1993)

- Abono natural no contaminante.
- Biodegradable.
- Incrementa la actividad microbiana del suelo.
- Mejorador ideal de los suelos.
- Soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas.
- No requiere agregados.
- No deteriora los suelos ni los convierte en tierras salitrosas.
- Es un fertilizante natural y completo, contiene todos los nutrientes que las plantas requieren para su normal crecimiento, desarrollo y producir buenas cosechas.
- Es un producto ecológico, no contamina el ambiente.
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Es soluble en agua (fracción mineralizada).
- Presenta propiedades de sinergismo.

Contenido de nutrientes:

El Guano de las Islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, contiene macro-nutrientes como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2 a 3 % respectivamente. Elementos secundarios como el Calcio, Magnesio y Azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5 % respectivamente. También contiene microelementos como el Hierro, Zinc, Cobre, Manganeso, Boro y Molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm (PROABONOS 2009.).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 FECHA DE EJECUCIÓN

La instalación del experimento se efectuó el 01 de junio, hasta la época de la cosecha la cual se llevó a cabo el 23 de setiembre del 2012.

3.2 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente experimento se realizó en el Fundo Los Ángeles ubicado en el anexo de Sahuaní, perteneciente al distrito de Uraca - Corire, provincia de Castilla, departamento de Arequipa.

Geográficamente se halla a una altura de 256 m.s.n.m. entre las coordenadas: latitud sur: 16° 23' 90''; longitud oeste: 72° 30' 05''.

3.3 HISTORIA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo de cultivo en el cual se llevó a cabo el trabajo de investigación, estuvo antecedido por otros cultivos los cuáles son mencionados de la siguiente manera:

<u>Año</u>	<u>Campaña</u>	<u>Cultivo</u>
2010	Segunda campaña	Trigo
2010	Primera campaña	Arroz
2011	Segunda campaña	Frijol
2011	Primera campaña	Arroz

3.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

CUADRO N° 14: Datos meteorológicos durante el desarrollo del cultivo de frijol. Junio - Setiembre 2012.

Variable	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Humedad Relativa media mensual (%)	73	75	75	71
Temperatura Máxima media mensual (°C)	25.9	24.8	27.3	28.2
Temperatura Mínima media mensual (°C)	10.4	8.9	10.0	11.3

Fuente: Datos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Arequipa 2013.

Se puede observar que:

- La temperatura máxima media mensual y la temperatura mínima media mensual aumentaron conforme avanzaba el periodo vegetativo.
- La humedad relativa media mensual durante la realización del experimento osciló 73% y 71% siendo los meses de julio y agosto los que registran los más altos valores.

3.5 CONDICIONES EDÁFICAS

CUADRO N° 15: Características edafológicas del área experimental, Corire – Arequipa 2012.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	CANTIDAD	MÉTODO
Arena (%)	62	Hidrómetro
Limo (%)	35	Hidrómetro
Arcilla (%)	3	Hidrómetro
Clase Textural	Franco-Arenoso	Triángulo Textural
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS		
pH	7.45	pHmetro
C.E (dS/m)	1.48	Conductímetro
Ca CO ₃ (%)	2.40	Calcímetro
M.O (%)	0.82	Walkley y Black
P (p.p.m.)	6.2	Olsen
K ₂ O (p.p.m)	191	Acetato de Amonio
CIC (meq/100g)	8.31	Acetato de Amonio
Ca ⁺² (meq/100g)	7.11	Espectro Fotometría
Mg ⁺² (meq/100g)	0.73	Espectro Fotometría
K ⁺ (meq/100g)	0.22	Espectro Fotometría
Na ⁺ (meq/100g)	0.25	Espectro Fotometría

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos plantas, aguas y fertilizantes. UNALM

Al realizar el análisis de suelo se determinó, que la textura es franco – arenosa, la reacción del suelo nos da un pH ligeramente alcalino, la conductividad eléctrica nos da como resultado un suelo no salino. La suma de cationes de cambio nos da como resultado que para el potasio, calcio, magnesio y sodio son bajos. El porcentaje de materia orgánica es muy bajo, ello nos indica que existe una mínima cantidad de nitrógeno.

En cuanto al fósforo disponible es bajo, y el potasio disponible que tenemos es medio.

CUADRO N° 16: Análisis de gallinaza, guano de isla y estiércol de vacuno para el período de cultivo de frijol, Corire – Arequipa 2012

MATERIA ORGÁNICA	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	C (%)	C/N
Gallinaza	4.43	3.21	3.36	41.50	9.37
Guano de Isla	16.66	11.25	2.26	11.83	0.71
Estiércol de Vacuno	2.09	2.39	5.36	31.29	14.97

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos plantas, aguas y fertilizantes. UNALM

3.6 MATERIALES

El material utilizado estuvo conformado por herramientas y equipo de establecimiento de monitoreo y de evaluación como son:

✓ **Material experimental:**

- Φ Semilla de frijol var. Canario 2000.

✓ **De Campo:**

- Φ Lampas.
- Φ Lápiz.
- Φ Estacas.
- Φ Rastrillos.
- Φ Wincha.
- Φ Letreros.
- Φ Centímetro.
- Φ Cordel.

- Φ Abonos orgánicos: Estiércol de vacuno, Gallinaza y Guano de isla rico o azoado.
- Φ Fertilizantes: Urea, Fosfato diamónico y Sulfato de potasio.
- Φ Insecticidas: Metomil, Alfacipermetrina, Clorpirifos, Abamectina.
- Φ Fungicidas: Benomyl, Azoxystrobin, Tebuconazole.
- Φ Vernier de precisión.
- Φ Mochila asperjadora de 20 litros de capacidad.

✓ **De laboratorio:**

- Φ Balanza.
- Φ Calculadora

3.6.1 FASE DE CAMPO

a. Variedad utilizada en el experimento

La variedad empleada en el experimento es “Canario 2000” tiene las siguientes características, según Camarena *et al.* (2009):

- Planta de hábito de crecimiento arbustivo determinado (Tipo I), con una altura de 54 cm, la floración se presenta a los 50 días después de la siembra y la madurez de cosecha a los 120 días de la siembra. El color de la flor es lila claro.
- La vaina es curvada con 4 a 5 semillas. El grano es de color amarillo, semibrillante y de buena calidad comercial, el tamaño es grande, con un peso de 100 semillas de 54 g y la forma es ovoide.
- El rendimiento promedio en grano seco es de 1737 Kg/ha y el rendimiento máximo alcanzado es de 2590 Kg/ha.
- Se adapta bien en los valles de la costa subtropical en siembras desde febrero a medianos de junio.

3.7 METOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.7.1 Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se muestran en el cuadro N°17, en el cuál se especifican cada uno de los tratamientos.

CUADRO N° 17: Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Descripción
T1	Estiércol de vacuno 20 t/ha
T2	Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K
T3	Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza
T4	Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza
T5	Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla rico o azoado
T6	Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla rico o azoado

3.7.2 Diseño experimental

El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Lo que resulta un total de 18 unidades experimentales, cada unidad experimental con un área de 25 m².

3.7.3 Análisis estadístico

- Se realizó una prueba de F para los diferentes CM al nivel $\alpha = 0.05$.
- Se realizó la prueba de Duncan al nivel $\alpha = 0.05$ para comparar tratamientos y bloques.

CUADRO N° 18: Fuentes de variación y grados de libertad

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Tratamientos	5
Error experimental	10
Total	17

3.7.4 Características del campo experimental

PARCELAS:

- Número de parcelas por bloque: 06
- Largo de parcela: 5,00 m
- Ancho de parcela: 5,00 m
- Área de parcela: 25,00 m²
- Distanciamiento entre parcelas: 0,5 m.

BLOQUES:

- Número de bloques: 03
- Largo de bloques: 33,5 m
- Ancho de bloque: 5,0 m
- Área de bloques: 167,5 m²
- Distanciamiento entre bloques: 1 m

CAMPO EXPERIMENTAL:

- Largo: 33,5 m
- Ancho: 17 m
- Área neta del experimento: 450 m².
- Área total del experimento: 569,5 m².

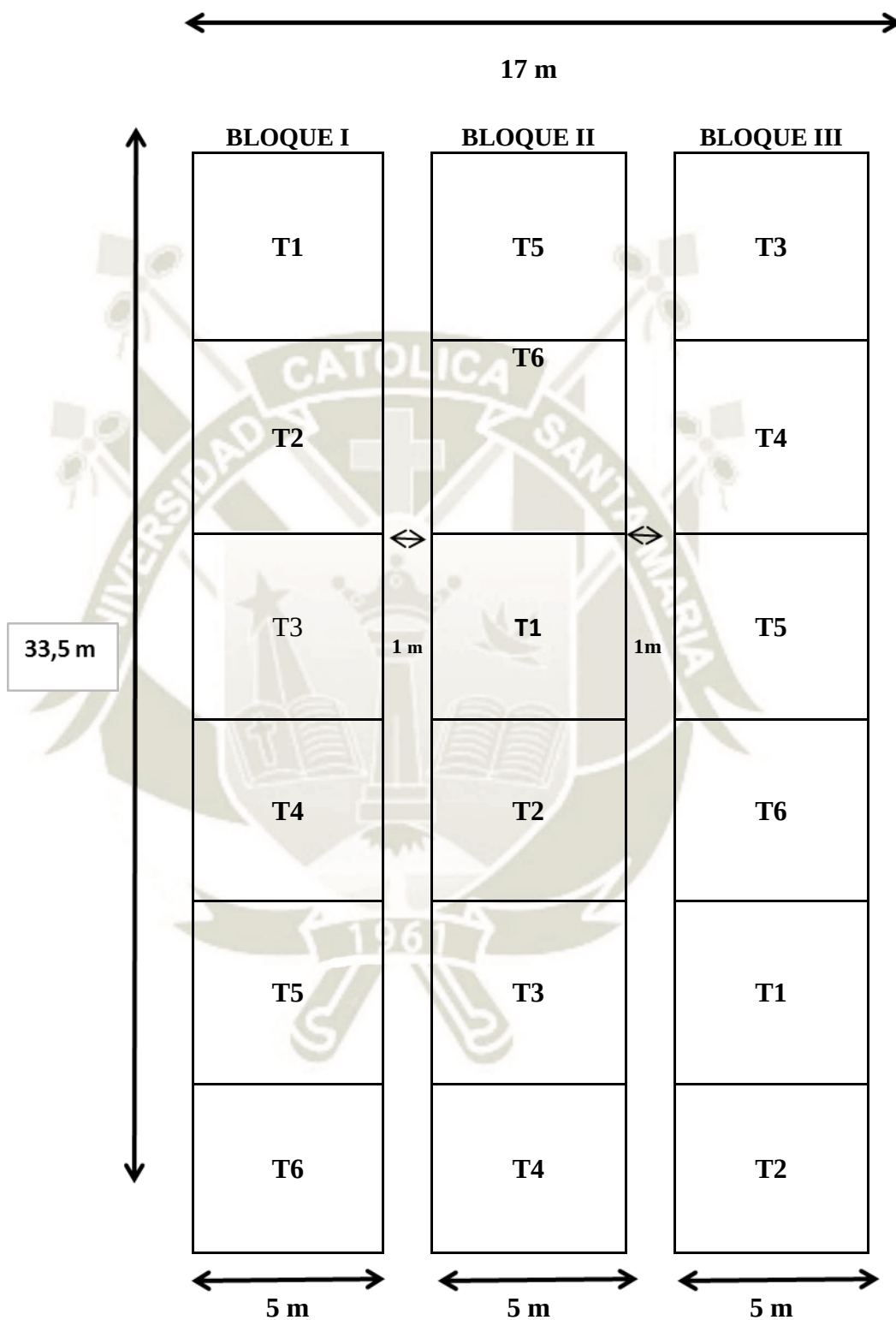


Figura 1: Croquis de distribución de los tratamientos en el campo experimental

3.7.5 Conducción del experimento

a. Análisis de caracterización de suelo

Se realizó un análisis de suelo antes de la aplicación de la materia orgánica, procediendo de la siguiente manera:

Se recogieron 10 sub muestras de todo el área del cultivo, se siguió la metodología para el recojo en “zigzag” haciendo un corte transversal con una pala a una profundidad de 15 - 20 cm y tomando la cantidad de suelo necesaria a través del perfil de suelo, para luego mezclarla homogéneamente con todas las sub muestras para luego tomar una muestra final de 1 kg siendo embolsado, etiquetado y enviado para su respectivo análisis. Se evitó en lo posible muestrear afloramientos rocosos, pedregosos o salinos.

b. Análisis físico-químico de los abonos orgánicos

Acorde a las recomendaciones del laboratorio, se tomaron una muestra al azar del estiércol de vacuno, una muestra al azar de la gallinaza y una muestra al azar del guano de isla, antes de su aplicación, estas muestras se almacenaron en un lugar fresco hasta ser llevadas al laboratorio para su respectivo análisis donde se incidirá principalmente en la relación C/N.

c. Preparación del terreno:

El experimento se realizó en un campo de producción comercial de frijol, bajo la misma metodología del agricultor, es decir, forma de siembra, riego y labores culturales complementarias. En la preparación del terreno como primer paso se procedió a la limpieza de malezas y residuos de la campaña anterior. Luego se procedió a aplicar el estiércol de vacuno (20 t/ha) en pequeños montones de tal manera que pueda ser distribuido uniformemente en todo el campo experimental para luego extenderlo y cubrir todo el campo experimental. Al día siguiente se procedió a pasar disco para introducir el estiércol dentro de la capa arable, para luego nivelar o borrar con el riel de tal forma que quede plano o nivelado (Fotografía 01). Luego se procedió a realizar el riego de machaco. A la semana se procedió a realizar la siembra.

Fotografía 01 Aplicación y/o entierro de estiércol vacuno (20 t/ha) al campo experimental



d. Aplicación de materia orgánica:

La aplicación de estiércol de vacuno a un nivel de 20 t/ha se realizó a todo el campo experimental antes de la siembra, la aplicación de la gallinaza y el guano de isla se realizó de la siguiente manera:

CUADRO N° 19: Aplicación de gallinaza y guano de isla

Días después de la siembra	Porcentaje de gallinaza y guano de isla
20	50 %
35	50 %

Fotografía 02 Aplicación de guano de isla a los 20 DDS.



Fotografía 03 Aplicación de gallinaza a los 20 DDS



e. Siembra

La siembra se realizó el 01 de junio del 2012 en camas de 1.30 m de ancho y se sembró a mano empleando 3 semillas por golpe, a una distancia de 25 cm entre plantas y 30 cm entre hileras a una profundidad de 5 cm (Fotografía 04). La cantidad de semilla utilizada fue de 150 Kg/ha.

Fotografía 04 Siembra del frijol var. Canario 2000



f. Aplicación de fertilizantes químicos

Para el caso del tratamiento T2, el cual se utilizó la fórmula 60 N - 80 P - 40 K (INIA 2012) .La aplicación de fósforo (Fosfato diamónico) y potasio (Sulfato de potasio) se dio en su totalidad al momento de la siembra, procurando que los fertilizantes no estén en contacto con la semilla. (Fotografía 05)

La aplicación de nitrógeno (Urea) se realizó en forma fraccionada de la siguiente manera:

- 20 DDS: 50%
- 35 DDS: 50%

Fotografía 05 Aplicación de fertilizantes químicos antes de la siembra: Fósforo y Potasio



Fotografía 06 Aplicación de Urea a los 20 DDS.



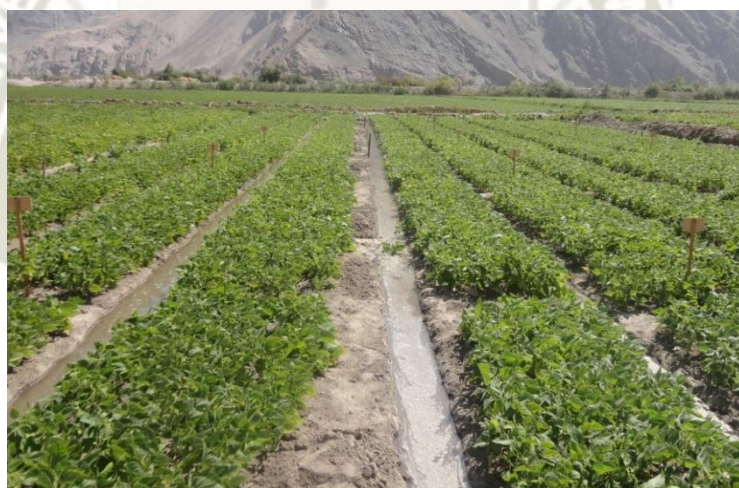
g. Labores culturales

El sistema de riego utilizado fue el de gravedad, para el control de malezas se procedió a hacerlo en forma manual, y para el control de plagas y enfermedades se utilizó productos químicos.

Las principales malezas que se encontraron en el cultivo de frijol para las condiciones de la zona son las siguientes:

<i>Amaranthus híbridos</i>	Bledo
<i>Chenopodium petiolare</i>	Liccha
<i>Brassica sp.</i>	Nabo silvestre
<i>Melilothus indicans</i>	Trébol
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga

Fotografía 07 Riego por gravedad en frijol var. Canario 2000.



Fotografía 08 Deshierbo manual



Fotografía 09 Fumigaciones del frijol var. Canario 2000



3.8 COSECHA

La cosecha se realizó el 23 de setiembre del 2012, el cultivo tuvo un periodo vegetativo de 113 días, en el cual la planta completó su maduración hasta la cosecha; ésta fue manualmente, realizada a temprana hora. Una vez arrancadas las plantas se procedió a extenderlas a lo largo de la cama para el secado completo de las vainas. Posteriormente del secado de las vainas estas son llevadas a la era para realizar la trilla correspondiente.

Fotografía 10 Secado del frijol var. Canario 2000.



Fotografía 11 Trillado del frijol var. Canario 2000



3.9. CARACTERISTICAS EVALUADAS

3.9.1 Porcentaje de emergencia

Se evaluó el porcentaje de emergencia realizando un conteo de las plantas emergidas por cada unidad experimental a los 7 y 11 DDS, para luego expresar en porcentaje el valor de las plantas emergidas. Para el procesamiento de estos datos por tratarse de porcentajes se procedió a realizar transformaciones angulares de cada valor porcentual.

Fotografía 12 Evaluación del porcentaje de emergencia a los 7 DDS del frijol var. Canario 2000.



3.9.2 Número de flores por planta

Se procedió a contar el número de flores por planta, de 10 plantas tomadas al azar de la cama central evitando el efecto de borde. Se realizó 2 evaluaciones.

Fotografía 13 Evaluación del número de flores/planta.



3.9.3 Número de vainas por planta

Se procedió a contar el número de vainas por planta, de 10 plantas tomadas al azar de la cama central evitando el efecto de borde.

Fotografía 14 Evaluación del número de vainas/planta.



3.9.4 Longitud de vaina

Se procedió a medir la longitud de vainas por planta, de 10 plantas tomadas al azar de la cama central evitando el efecto de borde.

3.9.5 Número de granos por vaina

Se procedió a contar el número de granos por vaina, de todas las vainas de una planta, de 10 plantas tomadas al azar, por cada unidad experimental. Esta evaluación se realizó al final de la campaña.

Fotografía 15 Evaluación del número de granos/vaina.



3.9.6 Peso de 100 semillas

Se procedió a contar 100 semillas tomadas al azar, por cada unidad experimental, después estas se pesaron en la balanza y se expresó en g. Esta evaluación se realizó luego de la trilla (cosecha).

3.9.7 Rendimiento

Se registró el rendimiento (Kg/ha) final de cada unidad experimental para su posterior análisis. Esta evaluación se realizó luego de la trilla (cosecha).

3.9.8 Análisis de rentabilidad

Se realizó un análisis de rentabilidad para cada tratamiento. Dicho análisis se realizó en base a los costos de producción por cada tratamiento, que se analizaron al final de la investigación.

3.9.9 Análisis estadístico

- Se realizó una prueba de F para los diferentes CM al nivel $\alpha = 0.05$.
- Se realizó la prueba de Duncan al nivel $\alpha = 0.05$ para comparar tratamientos y bloques.

IV. RESULTADOS

4.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Según el Análisis de Varianza (ANVA), (anexo 2 y 4) se observa en su fuente de variación bloque y en su fuente de variación tratamiento que no fueron significativos estadísticamente, asimismo el coeficiente de variabilidad fue de 3,55% y 2,03% para los 7 y 11 días después de la siembra, respectivamente.

En el cuadro N° 20 se presentan los promedios para el porcentaje de emergencia, para los 7 y 11 días después de la siembra (DDS). Se puede observar que para los 7 DDS existe diferencia estadística entre tratamientos, mientras que para los 11 DDS no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de significación de Duncan.

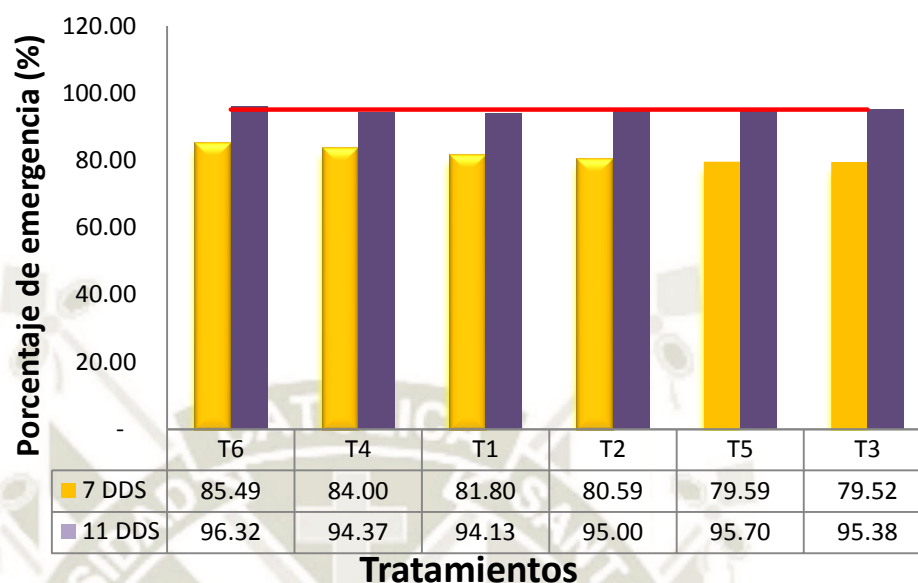
CUADRO N° 20: Promedios para el porcentaje de emergencia (%) para los 7 y 11 días después de la siembra, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.

Tratamiento	7 DDS	11 DDS
T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla)	85.49 a	96.32 a
T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza)	84.00 a b	94.37 a
T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha)	81.80 a b	94.13 a
T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K)	80.59 a b	95.00 a
T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla)	79.59 b	95.70 a
T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza)	79.52 b	95.38 a

*Medias seguidas con letras iguales no son diferentes estadísticamente, según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Gráfico 01: Porcentaje de emergencia (%) a los 7 y 11 DDS en frijol var. Canario

2000



Tratamientos

4.2 NÚMERO DE FLORES POR PLANTA

Según el Análisis de Varianza (ANVA), (anexo 6 y 8) se observa en su fuente de variación bloque y en su fuente de variación tratamiento que no fueron significativos estadísticamente, asimismo el coeficiente de variabilidad fue de 12,91% y 10,63% para el primer conteo y segundo conteo, respectivamente.

En el cuadro N° 21 se presentan los promedios para el número de flores por planta, para el primer y segundo conteo. Se puede observar que para el primer conteo existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, mientras que para el segundo conteo no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de significación de Duncan.

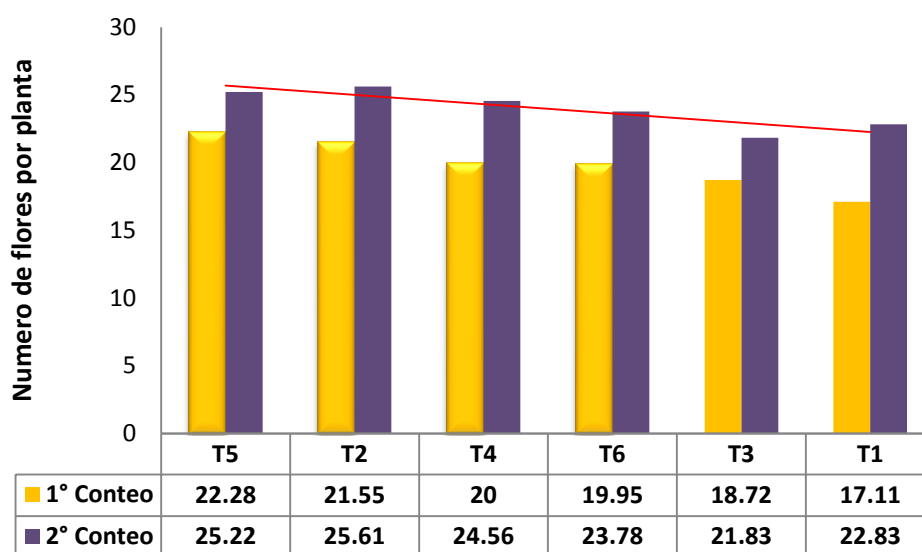
CUADRO N° 21: Promedios para el número de flores por planta, para el primer y segundo conteo, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.

Tratamiento	1° Conteo	2° Conteo
T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla)	22.28 a	25.22 a
T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K)	21.55 a b	25.61 a
T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza)	20.00 a b	24.56 a
T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla)	19.95 a b	23.78 a
T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza)	18.72 a b	21.83 a
T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha)	17.11 b	22.83 a

*Medias seguidas con letras iguales no son diferentes estadísticamente, según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Podemos observar que para el primer conteo los tratamientos T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla), T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K), T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza), T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla) y T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza) mostraron ser estadísticamente iguales entre sí; los tratamientos T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K), T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza), T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla), T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza) y T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha) mostraron ser estadísticamente iguales entre sí; el tratamiento T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla) mostró ser estadísticamente diferente del tratamiento T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha). Para el segundo conteo todos los tratamientos en estudio mostraron ser estadísticamente iguales.

Gráfico 02: Número de flores/planta en frijol var. Canario 2000.



Tratamientos

4.3 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

Según el Análisis de Varianza (ANVA), (anexo 10) se observa en su fuente de variación bloque, que existe diferencia estadística significativa mientras que en su fuente de variación tratamiento, no fue significativo estadísticamente, asimismo el coeficiente de variabilidad fue de 16,51%.

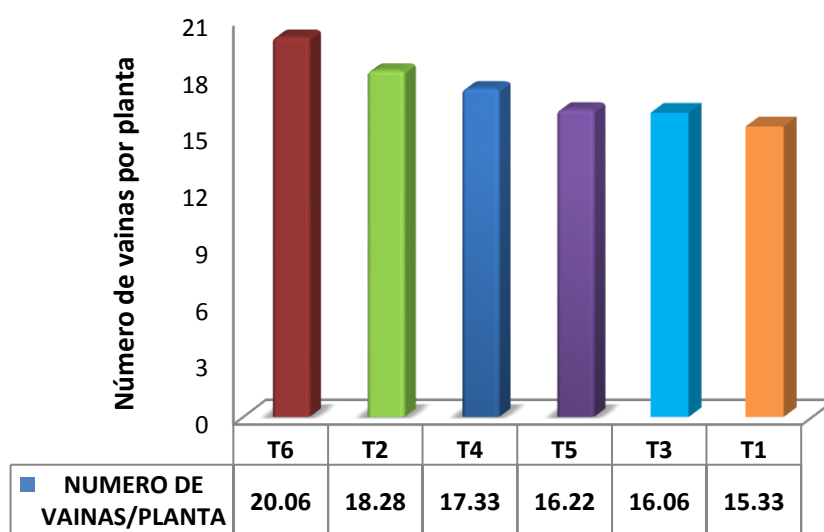
En el cuadro N° 22 se presentan los promedios para el número de vainas por planta. Se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de significación de Duncan.

CUADRO N° 22: Promedios para número de vainas por planta, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.

Tratamiento	N° de vainas
T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla)	20.06 a
T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K)	18.28 a
T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza)	17.33 a
T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla)	16.22 a
T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza)	16.06 a
T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha)	15.33 a

*Medias seguidas con letras iguales no son diferentes estadísticamente, según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Gráfico 03: Número de vainas/planta en frijol var. Canario 2000.



Tratamientos

4.4 LONGITUD DE VAINA

Según el Análisis de Varianza (ANVA), (anexo 12) se observa en su fuente de variación bloque no fue significativo estadísticamente, mientras que en su fuente de variación tratamiento mostró diferencia estadística significativa, asimismo el coeficiente de variabilidad fue de 2,20%.

En el cuadro N° 23 se presentan los promedios para la longitud de vaina. Se puede observar que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de significación de Duncan.

CUADRO N° 23: Promedios para longitud de vaina, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.

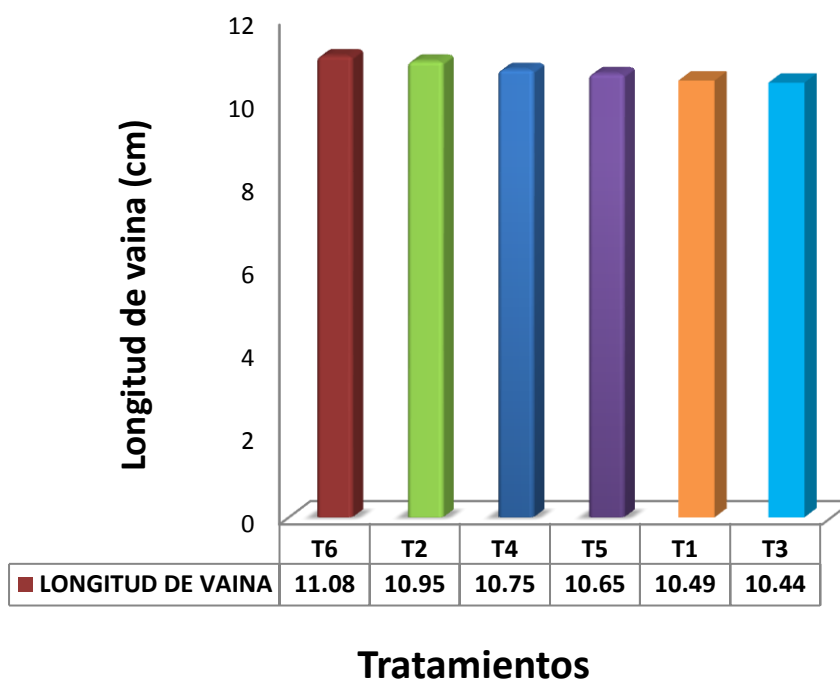
Tratamiento	Longitud de vaina (cm)
T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla)	11.08 a
T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K)	10.95 a b
T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza)	10.75 a b c
T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla)	10.65 a b c
T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha)	10.49 b c
T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza)	10.44 c

*Medias seguidas con letras iguales no son diferentes estadísticamente, según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Podemos observar que los tratamientos T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla), T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K), T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza) y T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ha de guano de isla) mostraron ser estadísticamente iguales entre sí; los tratamientos T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K), T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza), T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ha de guano de isla) y T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha) mostraron ser estadísticamente iguales entre sí; los tratamientos T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza), T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ha de guano de isla), T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha) y T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza) mostraron ser estadísticamente iguales entre sí. El tratamiento T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla) mostró ser estadísticamente diferente de los tratamientos T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha) y T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza), el tratamiento T2

(Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K)mostró ser estadísticamente diferente del tratamiento T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza).

Gráfico 04: Longitud de vaina (cm) en frijol var. Canario 2000.



4.5 NÚMERO DE GRANOS POR VAINA

Según el Análisis de Varianza (ANVA), (anexo 14) se observa en su fuente de variación bloque y en su fuente de variación tratamiento que no fue significativo estadísticamente, asimismo el coeficiente de variabilidad fue de 7,18%.

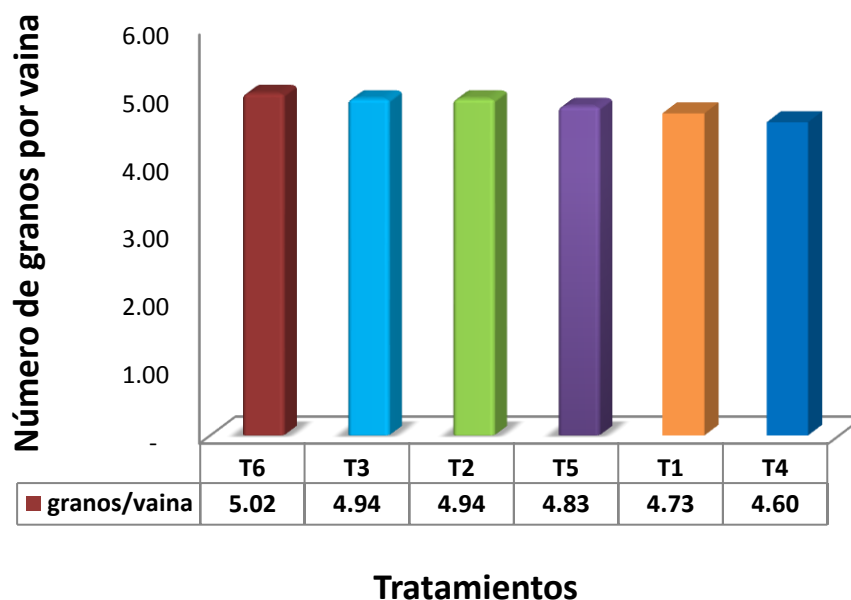
En el cuadro N° 24 se presentan los promedios para el número de granos por vaina. Se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de significación de Duncan.

CUADRO N° 24: Promedios para número de granos por vaina, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.

Tratamiento	Granos/vaina
T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla)	5.02 a
T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza)	4.94 a
T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K)	4.94 a
T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla)	4.83 a
T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha)	4.73 a
T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza)	4.60 a

*Medias seguidas con letras iguales no son diferentes estadísticamente, según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Gráfico 0 5: Número de granos /vaina en frijol var. Canario 2000.



4.6 PESO DE 100 SEMILLAS

Según el Análisis de Varianza (ANVA), (anexo 16) se observa en su fuente de variación bloque, que existe diferencia estadística significativa mientras que en su fuente de variación tratamiento, no fue significativo estadísticamente, asimismo el coeficiente de variabilidad fue de 2,94%.

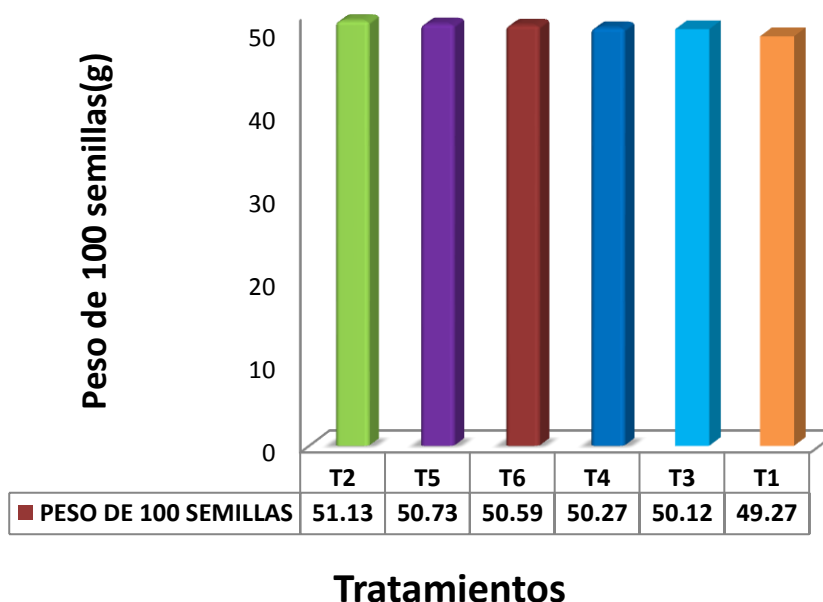
En el cuadro N° 25 se presentan los pesos (g) de 100 semillas. Se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de significación de Duncan.

CUADRO N° 25: Promedios para peso (g) de 100 semillas, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.

Tratamiento	Peso (g)
T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K)	51.13 a
T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla)	50.73 a
T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla)	50.59 a
T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza)	50.27 a
T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza)	50.12 a
T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha)	49.27 a

*Medias seguidas con letras iguales no son diferentes estadísticamente, según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Gráfico 06: Peso de 100 semillas (g) en frijol var. Canario 2000.



4.7 RENDIMIENTO

Según el Análisis de Varianza (ANVA), (anexo 18) se observa en su fuente de variación bloque, que no existe diferencia estadística significativa mientras que en su fuente de variación tratamiento, se observa que fue significativo estadísticamente, asimismo el coeficiente de variabilidad fue de 10,90%.

En el cuadro N° 26 se presentan los promedios para rendimiento. Se puede observar que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de significación de Duncan.

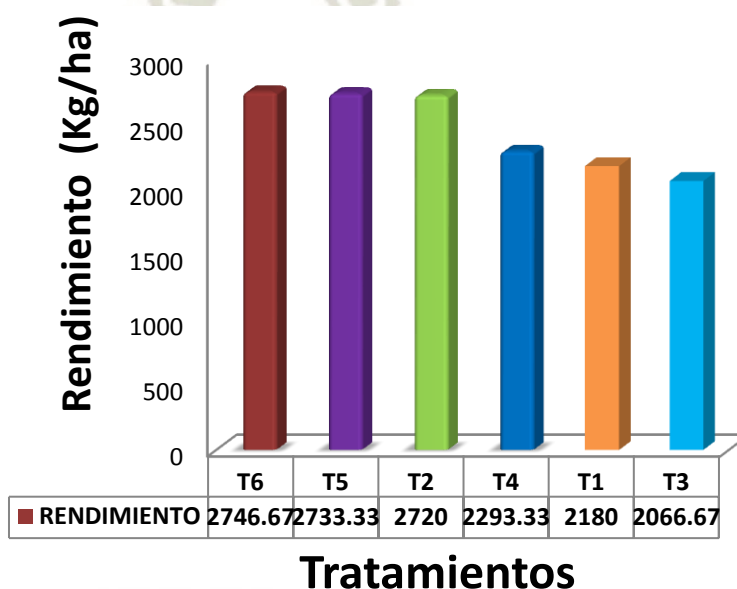
CUADRO N° 26: Promedios para rendimiento (kg/ha), para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.

Tratamiento	Kg/ha
T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla)	2746.67 a
T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla)	2733.33 a
T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K)	2720.00 a
T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza)	2293.33 a b
T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha)	2180.00 b
T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza)	2066.67 b

*Medias seguidas con letras iguales no son diferentes estadísticamente, según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Podemos observar que los tratamientos T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla), T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla), T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K), y T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza) mostraron ser estadísticamente iguales entre sí; los tratamientos T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza), T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha) y T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza) mostraron ser estadísticamente iguales entre sí; los tratamientos T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla), T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla) y T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K) mostraron ser estadísticamente diferentes a los tratamientos T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza), T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha) y T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza).

Gráfico 07: Rendimiento (Kg/ha) en frijol var. Canario 2000.



4.8 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

El análisis de rentabilidad, información obtenida en base a los cuadros de los costos de producción para cada tratamiento (anexos del 19 al 24) se resume en el cuadro N° 28 para todos los tratamientos en estudio. Se ha considerado el rendimiento comercial para efectos de evaluar el ingreso total. Luego del análisis la rentabilidad neta alcanza su mayor expresión en los tratamientos T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K) con S/ 0,59 y T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla) con S/ 0,51. El tratamiento de menor rentabilidad neta fue el T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza) con S/ 0.25 para el presente experimento.

CUADRO N° 27: Análisis de rentabilidad para los diferentes tratamientos, para el efecto del estiércol de vacuno más dos niveles de gallinaza y guano de isla en frijol, en el Valle de Majes.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costo variable (CV)	6668.92	7518.85	7255.52	7688.82	7966.02	9017.42
Costo fijo (CF)	2022.39	2259.17	2198.08	2298.61	2362.92	2606.84
Costo total (CT=CV+CF)	8691.31	9778.02	9453.60	9987.42	10328.93	11624.26
Rendimiento (kg)	2180.00	2720.00	2066.66	2293.33	2733.33	2746.67
Precio / kilo (S/.)	5.70	5.70	5.70	5.70	5.70	5.70
Ingreso total (IT)	12426.00	15504.00	11779.96	13071.98	15579.98	15656.02
Ingreso neto (IN=IT-CT)	3734.69	5725.98	2326.37	3084.56	5251.05	4031.76
Ingreso bruto (IB=IT-CV)	5757.08	7985.15	4524.45	5383.16	7613.96	6638.60
%Rentabilidad bruta (RB=IN/CV)	0.56	0.76	0.32	0.40	0.66	0.45
%Rentabilidad neta (RN=IN/CT)	0.43	0.59	0.25	0.31	0.51	0.35
Relación beneficio/costo (B/C=IT/CT)	1.43	1.59	1.25	1.31	1.51	1.35

* Para determinar el ingreso total se consideró un precio por kilogramo de 5.7 S/.

V. DISCUSIÓN

5.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Podemos observar que los tratamientos en estudio, al ser aplicados a los 20 y 35 días después de la siembra, para la evaluación de porcentaje de emergencia (cuadro N° 20 y gráfico 1) no tienen efecto sobre la emergencia de plantas; la cual no alcanzó el 100% debido principalmente a la temperatura ambiental, humedad de suelos propios de la siembra y calidad de semillas como señala Camarena *et al.* (2009).

Al respecto; Flor (2004) y Aguirre (2005) indican que la emergencia de plántulas es una fase de desarrollo de la planta que está más asociada a las reservas de proteína de la semilla, pero que son las condiciones de suelo las que determinan de forma importante su éxito; también sostienen que el pH del suelo mejora la emergencia, debido a que se incrementaría la disponibilidad de nutrientes esenciales para la nutrición mineral de plántulas.

Por otro lado Chiappe (1982) menciona que la emergencia de plántulas es una etapa inicial de la planta relacionada principalmente con factores edáficos, es decir, suelos bien laboreados, con adecuada porosidad proveen de condiciones favorables para la emergencia, asimismo la presencia de una humedad adecuada favorecería a la emergencia de plántulas.

5.2 NÚMERO DE FLORES POR PLANTA

Según lo observado en el cuadro N° 21 y gráfico 2, podemos inferir que los tratamientos que tuvieron mayor número de flores fueron los que tuvieron mayor disponibilidad de nutrientes, lo cual para el caso de los tratamientos con fertilizante orgánicos es explicado por la mejor relación C/N que facilitó su mineralización (Zavaleta 1992). Dentro de estos nutrientes el fósforo juega un rol importante en la fisiología del frijol al respecto Camarena *et al.* (2009), señala que la absorción de este elemento es continua hasta el final del ciclo siendo las primeras etapas de crecimiento del frijol la de mayor absorción, disminuyendo

luego a la fructificación. Por otro lado Marschner (1995) señala que la deficiencia de este elemento se manifiesta en un retraso en la floración, una disminución en el número de flores y una restricción en la formación de semillas; en ese sentido la cantidad de fósforo aportado por los fertilizantes orgánicos sumado a su buena disponibilidad para la planta manifestaron un efecto positivo en cuanto al número de flores para el primer conteo. Para el segundo conteo si bien es cierto no se evidenció diferencia estadística significativa entre los tratamientos, empero se puede observar que la tendencia entre el mayor número de flores es la misma que para el primer conteo.

5.3 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

Según lo observado en el cuadro N° 22 y gráfico 3, podemos inferir que no existen efectos de los tratamientos en estudio en lo referente al número de vainas por planta, para todos los tratamientos está dentro del número promedio señalado por Camarena et al. (2009) el cual oscila entre 15 a 30 vainas por planta, para la variedad de frijol del presente estudio.

5.4 LONGITUD DE VAINA

Según lo observado en el cuadro N° 23 y gráfico 4, podemos inferir que los tratamientos que lograron una mayor longitud de vaina fueron los que tuvieron una mayor disponibilidad de nutrientes, como es el caso del tratamiento químico T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K) y los tratamientos con mayores niveles de gallinaza y guano de isla, siendo este último el fertilizante orgánico que mejor se comportó, dicha diferencia entre fuentes de materia orgánica podría deberse a la menor relación C/N del guano de isla en relación a la gallinaza (cuadro N° 16) lo que hizo que la mineralización del guano de isla sea más rápida que la mineralización de la gallinaza permitiendo así una mejor disponibilidad de nutrientes lo cual es explicado por Zavaleta (1992) y que además señala que en cuanto la relación C/N sea más baja, es más fácil la descomposición y relativamente son más ricos en contenido de nitrógeno (los residuos orgánicos); mientras que si la relación C/N es más amplia, el contenido de nitrógeno es relativamente bajo y más lenta la descomposición; por lo tanto es mayor el tiempo para su descomposición y liberación de nitrógeno como amonio o nitrato.

5.5 NÚMERO DE GRANOS POR VAINA

Según lo observado en el cuadro N° 24 y gráfico 5, podemos inferir que no existen efectos de los tratamientos en estudio en lo referente al número de granos por vaina, el cual para todos los tratamientos está dentro del número promedio señalado por Camarena *et al.* (2009), para la variedad de frijol del presente estudio.

El número de granos por vaina está influenciado por las condiciones favorables del suelo y un adecuado balance nutricional, en ese sentido y acorde a lo señalado por Ortega (1982) y Mengel y Kirkby (1987) se puede inferir que el N liberado en el proceso de mineralización de la materia orgánica y por el fertilizante químico (T2), estuvo en forma oportuna y este al estar estrechamente relacionado con funcionabilidad y desarrollo del follaje, incrementando la eficiencia fotosintética de la planta.

5.6 PESO DE 100 SEMILLAS

Según lo observado en el cuadro N° 25 y gráfico 6, se puede observar que no existe efecto de los tratamientos en estudio en cuanto al peso promedio de 100 semillas, por lo que se puede afirmar que esta es una variable que no se ve afectada por las diferencias en cuanto a los niveles de fertilización de cada tratamiento, lo cual es señalado por Poehlman (1965) y que además reporta que el peso de grano se debe al carácter hereditario de peso y no tanto a los factores ambientales.

5.7 RENDIMIENTO

Según lo observado en el cuadro N° 26 y gráfico 7, podemos inferir que los tratamientos que mostraron mayor rendimiento fueron los que recibieron fertilización orgánica con guano de isla y el fertilizante químico, esto se debe principalmente a la mejor disponibilidad de nutrientes generada por la incorporación de los fertilizantes, en caso del guano de isla, la buena relación C/N (cuadro N° 16), favoreció la mineralización de los nutrientes y por ende su disponibilidad para la planta (Zavaleta 1992), al respecto Camarena *et al.* (2009), señala que la tasa de absorción de los nutrientes describe una curva sigmoidea, comenzando lentamente y aumentando con el desarrollo de la planta, ocurriendo las mayores pendientes durante la floración para luego disminuir en el periodo productivo, en ese sentido la disponibilidad de los nutrientes dada por la mineralización del

guano de isla durante todo el periodo vegetativo fue determinante para generar los más altos rendimientos de frijol.

Por otro lado es preciso señalar que si bien es cierto los tratamientos que tuvieron gallinaza obtuvieron los rendimientos más bajos, lo cual pueda deberse a poca disponibilidad de nutrientes ocasionada por la baja relación C/N de la gallinaza, sin embargo acorde a lo señalado por Basamba et al. (2008) en un experimento donde evaluó la influencia del periodo de plantas para barbecho y la aplicación de gallinaza (3 t/ha) en el rendimiento y calidad de suelo en el cultivo de maíz, encontró que los tratamientos que tuvieron gallinaza tuvieron mayores rendimientos, esto evidencia el efecto a largo plazo de la gallinaza por tener una mineralización más lenta lo que favorecería una mejora en la calidad del suelo.

5.8 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

Según el análisis de rentabilidad (cuadro N° 27) encontramos que la rentabilidad neta alcanza su mayor expresión en los tratamientos T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K) con S/ 0,59 y T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla) con S/ 0,51. El tratamiento de menor rentabilidad neta fue el T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza) con S/ 0.25 para el presente experimento.

Para el cálculo del análisis de rentabilidad, se consideró un precio por Kg de frijol var. “Canario 2000” de 5.70 S/, cuyas ventas fueron destinadas hacia el mercado local.

VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se efectuó el presente trabajo de investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. Podemos concluir que la mejor fuente de materia orgánica fue el guano de isla con un nivel de 1000 Kg/ha (T5), en cuanto a la gallinaza su mejor nivel fue el de 3000 Kg/ha (T4).
2. El mejor rendimiento lo obtuvo el tratamiento T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ha de guano de isla) con 2746.67 kg/ha seguido del tratamiento T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla) con 2733.33 kg/ha.
3. La mayor rentabilidad económica la obtuvo el tratamiento T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P - 40 K) con S/ 0.59 seguido del tratamiento T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla) con S/ 0.51.
4. Finalmente podemos concluir que mediante el uso de abonos orgánicos se mejora la fertilidad del suelo aumentando su capacidad productiva, con mucha razón en suelos de las características del Valle de Majes que presentan muy bajo contenido de materia orgánica.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para incrementar la producción comercial del cultivo de frijol en las condiciones del Valle de Majes, se estima conveniente realizar aplicaciones de estiércol de vacuno a un nivel de 20 t/ha más guano de isla en niveles que fluctúen entre 1000 y 2000 Kg/ha aplicado en forma fraccionada: a los 20 y 35 DDS (días después de la siembra), donde en cada aplicación se utilice el 50%, respectivamente del total de la cantidad elegida a aplicar.
2. Se recomienda a los agricultores la aplicación de abonos orgánicos ya que estos mejoran las condiciones del suelo, la conservación del medio ambiente y principalmente por que propiciaría la posible exportación de productos orgánicos hacia mercados europeos y americanos en donde la demanda de productos orgánicos está creciendo notablemente.
3. Se recomienda realizar trabajos de investigación en donde se realicen análisis previos de las fuentes de materia orgánica a aplicar para poder determinar en qué medida la interacción de dichas fuentes incrementan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a fin de tener un conocimiento mayor acerca de las ventajas del uso de abonos orgánicos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

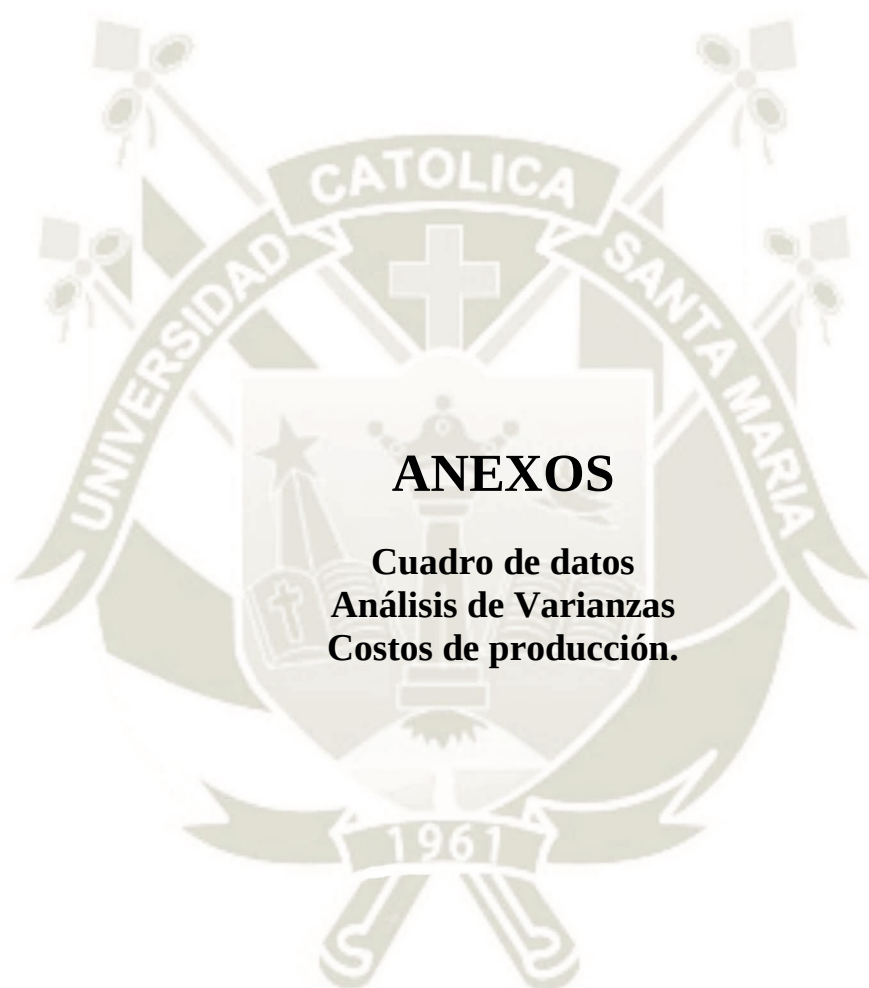
1. **Agundis, O., Valtierra, A., Castillo, B. 1963.** Periodos críticos de competencia entre frijol y malezas. *Agricultura Técnica en México*. 2(2): 87-90.
2. **Aguirre, P. 2005.** El cultivo de frijol para exportación, Edit, Bolibro, Tercera edición, Cochabamba, Bolivia, 120 p.
3. **Ancin, M. 2011.** Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) var. ‘Alubia’ en el distrito de San Juan de Castrovirreyna-Huancavelica (Perú). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Pública de Navarra. España.
4. **Antúnez de Mayolo, 1984.** Fertilizantes agrícolas en el antiguo Perú. P.UC. Lima - Perú
5. **Araya, C. M. 2008.** Guía de identificación y manejo integrado de enfermedades del frijol en América Central. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
6. **Arias, J. H., Jaramillo, M., Rengifo, T. 2007.** Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble. Gobierno de Antioquía (Colombia), MANA, CORPOICA, Centro de Investigación “La Selva”, FAO.
7. **Barreto, A. 1970.** Competencia entre frijol y malas hierbas. *Agricultura Técnica en México*. 2(12): 519-526.
8. **Basamba, T.A., Barrios, E., Singh B.R, Rao, I.M.2008.** Influence of Planted Fallows and Manure Application on Soil Quality and Maize Yields on a Colombian Volcanic Ash Soil. *Journal of Sustainable Agriculture*. 32(1) 2008
9. **Batallanos, V. 1999.** Efecto de fuentes y niveles de materia orgánica en el rendimiento del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) cv , “Oscar blanco” en un suelo de la Irrigación Majes. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSA. Arequipa-Perú.
10. **Biblioteca de la agricultura. 1997.** Suelos, abonos y materia orgánica. IDEA BOOKS S. A. Barcelona España.

11. **Bubenzer, G. D., Weis, G. G. 1974.** Effect of wind erosion on production of snap beans and pears. Journal of the American Society for Horticultural Science. 99: 527-529.
12. **Camarena, F., Huaringa, A., Mostacero, E. 2009.** Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Universidad Nacional Agraria La Molina – Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
13. **Camarena, F., Huaringa, A., Mostacero, E. 2010.** Mejoramiento genético del genero *Phaseolus* mediante metodologías convencionales e innovadoras con el fin de incrementar la producción y la oferta exportable del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Universidad Nacional Agraria La Molina – Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
14. **Castañeda, V. 2000.** El frijol o frijol. Monografía. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque.
15. **Chiappe V. 1982.** El cultivo de frijol. Copias UNA La Molina. 68 p.
16. **CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1980.** Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
17. **CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1982.** Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
18. **CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1984.** Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
19. **CIAT, 2005.** Investigación y producción de frijol, Referencia de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el CIAT, Cali Colombia.
20. **CLADES (Consortio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo). 1998.** Manejo ecológico del suelo. CLADES-CIED. Lima-Perú.
21. **Córdoba, O., Casas, H. 2003.** Principales arvenses asociadas al cultivo de frijol en la Región Andina. Boletín Técnico N° 20, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Estación Experimental El Nus, San Roque, Antioquía, Colombia.
22. **Davelouis J. 1992.** Edafología I - II. Edit. CEA, Lima, Perú.

23. **Domínguez, V.** 1989. Tratado de fertilización. Ediciones. Mundi Prensa. 2. ed. Revisada y ampliada. Madrid - España.
24. **Estrada, J.** 1996. Curso nutrición mineral y fertilización en la producción agroecológica. Colegio de Ingenieros de Perú, Arequipa.
25. **Estrada, M; Peralta, J.** 2001. Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (Gallinaza y estiércol de vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) variedad DOR – 364. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. En línea. Con acceso 8 de junio 2013. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04e82.pdf>
26. **Estrada Pareja, M.M.** 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. En línea. Con acceso 14 de mayo 2014. Disponible en <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/revista/vol2n1/gallinaza.pdf>
27. **FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1996. Enseñanzas de la revolución verde: hacia una nueva revolución verde. Cumbre mundial sobre la alimentación. En línea. Con acceso 16 de abril 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s06.htm>.
28. **Flor, C, 2004.** Problemas de producción del frijol en los trópicos, 2da, Edición , Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 334 p.
29. **Gallinaza. 2014.** Gallinaza: abono orgánico. (En línea). Con acceso 25 de mayo 2014. Disponible en [http:// www.gallinaza.com/index.php](http://www.gallinaza.com/index.php)
30. **Gómez, R; Lázar, G; León A.** 2006. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y de rábano (*Rhabanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. En línea. Con acceso 25 de abril 2013. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2936127>
31. **Graham, P. H., Ranilli, P.** 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Research. 53(1997): 131-146.
32. **Gross, A.** 1981. Abonos, guía práctica de la fertilización .Ed. Mundiprensa. Madrid.
33. **Guerrero, J.** 1993. Abonos orgánicos, tecnología para el manejo ecológico de suelos. Edición RAAA. Lima-Perú.
34. **Maroto, J. V.** 2002. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.

35. **Marschner, H. 1995.** Mineral Nutrition of Higher plants. 2. ed. Institute of plant nutrition University of Hohenheim. Germany.
36. **Mateo, J. 1961.** Leguminosas de grano. Ed. Salvat. Barcelona, España.
37. **Mengel, K. Kirkby, E. 1987:** Principles of Plant Nutrition. 4th Edition Publisher. International Potash Institute. Bern - Switzerland.
38. **Morán, J. 1969.** Morfología de la planta de frijol, garbanzo y pallar. Lima 15p.
39. **Moriya, Ken. s.f.** Gallinaza como fertilizante. En línea. Consultado 18 de mayo 2014. Disponible en [http:// www.archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos](http://www.archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos)
40. **Ortega, F. 1982.** La materia orgánica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba. Edit. La Academia, La Habana.- Cuba. 129 p.
41. **Ortiz, V. M., 1998.** El frijol en el estado de Zacatecas. Gobierno de Estado de Zacatecas.
42. **Parsons, D. 1991.** Frijol y chícharo. Editorial Trillas S.A. México. 58p.
43. **Primo, Y. 1973.** Química agrícola. Tomo I; Suelos y fertilizantes. Editorial Alhambra. Madrid – España.
44. **PROABONOS. 2009.** Guano de las islas peruanas. Boletín de información
45. **Puma, J. 1998.** Dos fuentes de materia orgánica del maíz morado (*Zea mays* L.) cv ‘Canteño’ en zonas áridas. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSA. Arequipa – Perú.
46. **Quequezana, A. 2000.** Uso de tres abonos orgánicos en la producción de algodón tanguis (*Gossypium barbadense* L.)cv. UNA N°1. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSA
47. **Reyes, A., Mosquera, J., y A., Jiménez. 2008.** Fertilización orgánica Vs inorgánica en frijol. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira Valle del Cauca. En línea. Con acceso 14 de abril 2013. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Fertilizacion-Organica-Vs-Inorganica-En-Frijol/1930327.html>
48. **Ríos, M. J., Quirós, D. J. 2002.** El frijol (*Phaseolus vulgaris*): Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico FENALCE. Bogotá.
49. **Sarmiento, G. 1996.** Propiedades del suelo, los estiércoles. Copias de curso de edafología. Escuela de Agronomía UNSA. Arequipa-Perú.
50. **SENAMHI, 2012.** Registros climatológicos. Estación de Aplao Periodo junio-setiembre.

51. **SINGH, J. (1965).** Effect of modifying the environment of flowering, fruiting and biochemical composition of the snap bean. Resúmenes analíticos sobre frijol CIAT. Cali – Colombia. 25: 744.
52. **Soto, A. y Gamboa, C. 1984.** Competencia entre malas hierbas y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función del cultivar, la población y la distancia entre hileras. Agronomía Costarricense. 8(1): 45-52.
53. **Tapia, H., Camacho, A. 1988.** Manejo integrado de la producción de frijol basado en la labranza cero. Ed. GTZ. Managua, Nicaragua.
54. **Tisdale y Nelson. 1991.** Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Limusa. México. 760 p.
55. **Toledo H. J. 1995.** Cultivo de vainita. Lima 278p.
56. **Torres, E. 2006.** A producir: “Producción y comercialización de frijol- Mollepata”. Microcorredor socio económico Tayacaja-Huancavelica. FONCODES. Huancayo, Perú.
57. **Universidad Nacional Agraria La Molina, 1994.** Manual de uso de fertilizantes. Lima-Perú.
58. **Valladolid, A. R. 2005.** Cultivos con potencial de exportación. Cit Informa. N° 003. 2005. Ministerio de Agricultura del Perú. Centro de Información tecnológico.
59. **Vásquez, A. 2006.** Dos niveles de estiércol de vacuno y cuatro niveles de fertilización potásica en el rendimiento de grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad canario en zonas áridas. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSA.
60. **Velazco I.J., 1991.** Curso de fertilidad de suelos y fertilizantes. Escuela Profesional de Agronomía UNSA. Arequipa—Perú.
61. **Vieira, C. 1970.** Periodo crítico de competencia entre ervas daninhas e a cultura do feijão. Ceres. 17(94): 354-367.
62. **Zavaleta, A. 1992.** Edafología: el suelo en relación con la producción. Editorial CONCYTEC. Lima - Perú.



ANEXOS

**Cuadro de datos
Análisis de Varianzas
Costos de producción.**

1. Porcentaje de emergencia

ANEXO 1. Porcentaje de emergencia 7 días después de la siembra

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	77.70	86.70	81.00
T2	79.20	82.60	80.00
T3	81.30	80.30	77.00
T4	85.00	82.00	85.00
T5	81.40	79.40	78.00
T6	86.30	90.20	80.00

ANEXO 2. ANVA para el porcentaje de emergencia 7 días después de la siembra

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig.
Bloque	2	20.46	10.23	1.92	4.10	N.S
Tratamiento	5	54.50	10.90	2.05	3.33	N.S
Error	10	53.12	5.31			
Total	17	128.08				

N.S= No significativo

C.V= 3,55%

ANEXO 3. Porcentaje de emergencia 11 días después de la siembra

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	93.20	95.00	94.20
T2	94.80	95.60	94.60
T3	96.50	93.20	96.50
T4	94.90	94.30	93.90
T5	96.20	94.20	96.70
T6	95.80	97.10	96.10

ANEXO 4. ANVA para el porcentaje de emergencia 11 días después de la siembra

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig
Bloque	2	1.12	0.56	0.23	4.10	N.S
Tratamiento	5	19.11	3.82	1.55	3.33	N.S
Error	10	24.62	2.46			
Total	17	44.86				

N.S= No significativo

C.V= 2,03%

2. Número de flores por planta

ANEXO 5. Número de flores por planta primer conteo

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	16.50	17.00	17.83
T2	17.83	23.00	23.83
T3	20.50	16.67	19.00
T4	18.33	18.67	23.00
T5	17.83	26.50	22.50
T6	18.50	22.67	18.67

ANEXO 6. ANVA Número de flores por planta primer conteo

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig
Bloque	2	25.61	12.80	1.93	4.10	N.S
Tratamiento	5	52.66	10.53	1.59	3.33	N.S
Error	10	66.23	6.62			
Total	17	144.51				

N.S= No significativo

C.V= 12,91%

ANEXO 7. Número de flores por planta segundo conteo

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	23.67	22.33	22.50
T2	25.00	25.00	26.83
T3	24.50	19.83	21.17
T4	21.50	27.17	25.00
T5	22.17	29.17	24.33
T6	23.50	27.00	20.83

ANEXO 8. ANVA Número de flores por planta segundo conteo

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig
Bloque	2	11.12	5.56	0.85	4.10	N.S
Tratamiento	5	31.50	6.30	0.97	3.33	N.S
Error	10	64.96	6.50			
Total	17	107.57				

N.S= No significativo

C.V=10,63%

3. Número de vainas por planta

ANEXO 9. Número de vainas por planta

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	14.83	13.33	17.83
T2	17.17	17.33	20.33
T3	14.67	18.67	14.83
T4	17.17	18.33	16.50
T5	14.83	17.17	16.67
T6	25.50	15.50	19.17

ANEXO 10. ANVA Número de vainas por planta

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig
Bloque	2	2.28	1.14	0.14	4.10	*
Tratamiento	5	45.25	9.05	1.12	3.33	N.S
Error	10	80.74	8.07			
Total	17	128.27				

N.S= No significativo

*=Significativo

C.V= 16,51%

4. Longitud de vaina

ANEXO 11. Longitud de vaina

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	10.45	10.64	10.38
T2	10.79	11.00	11.05
T3	10.45	10.73	10.12
T4	10.84	10.87	10.53
T5	10.82	10.45	10.69
T6	10.67	11.45	11.12

ANEXO 12. ANVA para longitud de vaina

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig
Bloque	2	0.16	0.078	1.40	4.10	N.S
Tratamiento	5	0.96	0.19	3.45	3.33	*
Error	10	0.55	0.05			
Total	17	1.67				

N.S= No significativo

*=Significativo

C.V= 2,20%

5. Número de granos por vaina

ANEXO 13. Número de granos por vaina

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	4.57	5.00	4.63
T2	5.13	4.83	4.87
T3	4.77	5.63	4.43
T4	4.97	4.60	4.23
T5	4.63	4.77	5.10
T6	5.00	4.90	5.17

ANEXO 14. ANVA para el número de granos por vaina

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig
Bloque	2	0.14	0.07	0.58	4.10	N.S
Tratamiento	5	0.37	0.074	0.61	3.33	N.S
Error	10	1.21	0.12			
Total	17	1.72				

N.S= No significativo

C.V=7,18 %

6. Peso de 100 semillas

ANEXO 15. Peso de 100 semillas

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	44.62	51.58	51.62
T2	49.09	53.32	50.98
T3	48.94	50.45	50.97
T4	49.96	50.38	50.47
T5	49.98	52.21	50.00
T6	49.16	51.44	51.18

ANEXO 16. ANVA para peso de 100 semillas

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig
Bloque	2	28.30	14.15	6.45	4.10	N.S
Tratamiento	5	6.09	1.22	0.55	3.33	N.S
Error	10	21.92	2.19			
Total	17	56.32				

N.S= No significativo

C.V=2,94 %

7. Rendimiento

ANEXO 17. Rendimiento

	Bloque		
Tratamientos	I	II	III
T1	1920.00	2420.00	2200.00
T2	2560.00	3080.00	2520.00
T3	1800.00	2080.00	2320.00
T4	1960.00	2120.00	2800.00
T5	2580.00	3140.00	2480.00
T6	2640.00	2720.00	2880.00

ANEXO 18. ANVA para Rendimiento

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig
Bloque	2	420400	210200	2.93	4.1	N.S
Tratamiento	5	1455933.33	291186.67	4.06	3.33	*
Error	10	716666.67	71666.67			
Total	17	2593000				

N.S= No significativo

*=Significativo

C.V=10,90 %

8. Costos de producción

ANEXO 19. Costo de producción para el tratamiento T1 (Estiércol de vacuno 20 t/ha).

Descripción por actividad	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total S/.
A.-Costos directos				
1. Semilla	Kg	150	8	1200.00
2. Preparación de terreno				980.00
Rastrogeo	Hrs	3	70	210.00
Aradura	Hrs	3	70	210.00
Rígido	Hrs	3	70	210.00
Rígido + riel	Hrs	3	70	210.00
Surcado	Hrs	2	70	140.00
3. Abonamiento				1000.00
-Estiércol de Vacuno	Toneladas	20	50	1000.00
4. Control Fitosanitario				693.35
Metomil	Kg	1.1	100	110.00
Alfacipermetrina	Litros	1.4	50	70.00
Clorpirifos	Litros	1.5	30	45.00
Abamectina	Litros	1.1	108	118.80
Metamidofos	Litros	1.5	35	52.50
Benomyl	Kg	0.3	110	33.00
Azoxystrobin	Kg	0.15	720	108.00
Tebuconazole ,Trifloxistrobin	Kg	0.2	475	95.00
Triada Flux	Litros	1.65	37	61.05
5. Mano de obra				2160.00
Aplicación de Estiércol de vacuno	JH	4	45	180.00
Riego machaco	JH	1	45	45.00
Siembra	JH	2	45	90.00
Acequias	JH	2	45	90.00
Deshierbos	JH	9	45	405.00
Riegos	JH	3	45	135.00
Control fitosanitario	JH	9	45	405.00
Cosecha (arranque)	JH	8	45	360.00
Carguío a era	JH	6	45	270.00
Trilla	JH	4	45	180.00
6. Otros insumos				218.00
Alquiler Maquina trilladora	0.10 S/o por Kg	2180	0.1	218.00
7. Transporte de insumos				100.00
8. Imprevistos 5%				317.57
Total costos directos				6668.92
B.-Costos indirectos				
1. Gastos financieros (15.2%)				1013.68
2. Gastos Administrativos(8%)				533.51
3. Leyes sociales (22%) M.O				475.20
Total costos indirectos				2022.39
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				8691.31

ANEXO 20. Costo de producción para el tratamiento T2 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 60 N - 80 P -40K)

Descripción por actividad	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total S/.
A.-Costos directos				
1. Semilla	Kg	150	8	1200.00
2. Preparación de terreno				980.00
Rastrogeo	Hrs	3	70	210.00
Aradura	Hrs	3	70	210.00
Rígido	Hrs	3	70	210.00
Rígido + riel	Hrs	3	70	210.00
Surcado	Hrs	2	70	140.00
3. Abonamiento y fertilización				1575.46
-Estiércol de Vacuno	Toneladas	20	50	1000.00
- Urea	Kg	63	1.42	89.46
-Fosfato diamónico	Kg	174	1.8	313.20
- Sulfato de potasio	Kg	80	2.16	172.80
4. Control Fitosanitario				693.35
Metomil	Kg	1.1	100	110.00
Alfacipermetrina	Litros	1.4	50	70.00
Clorpirifos	Litros	1.5	30	45.00
Abamectina	Litros	1.1	108	118.80
Metamidofos	Litros	1.5	35	52.50
Benomyl	Kg	0.3	110	33.00
Azoxystrobin	Kg	0.15	720	108.00
Tebuconazole ,Trifloxistrobin	Kg	0.2	475	95.00
Triada Flux	Litros	1.65	37	61.05
5. Mano de obra				2340.00
Aplicación de Fertilizantes	JH	4	45	180.00
Aplicación de Estiércol de vacuno	JH	4	45	180.00
Riego machaco	JH	1	45	45.00
Siembra	JH	2	45	90.00
Acequias	JH	2	45	90.00
Deshierbos	JH	9	45	405.00
Riegos	JH	3	45	135.00
Control fitosanitario	JH	9	45	405.00
Cosecha (arranque)	JH	8	45	360.00
Carguío a era	JH	6	45	270.00
Trilla	JH	4	45	180.00
6. Otros insumos				272.00
Alquiler Maquina trilladora	0.10 S/o por Kg	2720	0.1	272.00
7. Transporte de insumos				100.00
8. Imprevistos 5%				358.04
Total costos directos				7518.85
B.-Costos indirectos				
1. Gastos financieros (15.2%)				1142.87
2. Gastos Administrativos (8%)				601.51
3. Leyes sociales (22%) M.O				514.80
Total costos indirectos				2259.17
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				9778.02

ANEXO 21. Costo de producción para el tratamiento T3 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1500 Kg/ha de gallinaza).

Descripción por actividad	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total S/.
A.-Costos directos				
1. Semilla	Kg	150	8	1200.00
2. Preparación de terreno				980.00
Rastrogeo	Hrs	3	70	210.00
Aradura	Hrs	3	70	210.00
Rigido	Hrs	3	70	210.00
Rigido + riel	Hrs	3	70	210.00
Surcado	Hrs	2	70	140.00
3. Abonamiento				1390.00
-Estiércol de Vacuno	Toneladas	20	50	1000.00
-Gallinaza	Toneladas	1.5	260	390.00
4. Control Fitosanitario				693.35
Metomil	Kg	1.1	100	110.00
Alfacypermetrina	Litros	1.4	50	70.00
Clorpirifos	Litros	1.5	30	45.00
Abamectina	Litros	1.1	108	118.80
Metamidofos	Litros	1.5	35	52.50
Benomyl	Kg	0.3	110	33.00
Azoxystrobin	Kg	0.15	720	108.00
Tebuconazole ,Trifloxistrobin	Kg	0.2	475	95.00
Triada Flux	Litros	1.65	37	61.05
5. Mano de obra				2340.00
Aplicación de gallinaza	JH	4	45	180.00
Aplicación de Estiércol	JH	4	45	180.00
Riego machaco	JH	1	45	45.00
Siembra	JH	2	45	90.00
Acequias	JH	2	45	90.00
Deshierbos	JH	9	45	405.00
Riegos	JH	3	45	135.00
Control fitosanitario	JH	9	45	405.00
Cosecha (arranque)	JH	8	45	360.00
Carguío a era	JH	6	45	270.00
Trilla	JH	4	45	180.00
6. Otros insumos				206.67
Alquiler Maquina trilladora	0.10 S/o por Kg	2066.66	0.1	206.67
7. Transporte de insumos				100.00
8. Imprevistos 5%				345.50
Total costos directos				7255.52
B.-Costos indirectos				
1. Gastos financieros (15.2%)				1102.84
2. Gastos Administrativos (8%)				580.44
3. Leyes sociales (22%) M.O				514.80
Total costos indirectos				2198.08
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				9453.60

ANEXO 22. Costo de producción para el tratamiento T4 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 3000 Kg/ha de gallinaza).

Descripción por actividad	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total S/.
A.-Costos directos				
1. Semilla	Kg	150	8	1200.00
2. Preparación de terreno				980.00
Rastrogeo	Hrs	3	70	210.00
Aradura	Hrs	3	70	210.00
Rigido	Hrs	3	70	210.00
Rigido + riel	Hrs	3	70	210.00
Surcado	Hrs	2	70	140.00
3. Abonamiento				1780.00
-Estiércol de Vacuno	Toneladas	20	50	1000.00
-Gallinaza	Toneladas	3	260	780.00
4. Control Fitosanitario				693.35
Metomil	Kg	1.1	100	110.00
Alfacipermetrina	Litros	1.4	50	70.00
Clorpirifos	Litros	1.5	30	45.00
Abamectina	Litros	1.1	108	118.80
Metamidofos	Litros	1.5	35	52.50
Benomyl	Kg	0.3	110	33.00
Azoxystrobin	Kg	0.15	720	108.00
Tebuconazole ,Trifloxistrobin	Kg	0.2	475	95.00
Triada Flux	Litros	1.65	37	61.05
5. Mano de obra				2340.00
Aplicación de gallinaza	JH	4	45	180.00
Aplicación de Estiércol	JH	4	45	180.00
Riego machaco	JH	1	45	45.00
Siembra	JH	2	45	90.00
Acequias	JH	2	45	90.00
Deshierbos	JH	9	45	405.00
Riegos	JH	3	45	135.00
Control fitosanitario	JH	9	45	405.00
Cosecha (arranque)	JH	8	45	360.00
Carguío a era	JH	6	45	270.00
Trilla	JH	4	45	180.00
6. Otros insumos				229.33
Alquiler Maquina trilladora	0.10 S/o por Kg	2293.33	0.1	229.33
7. Transporte de insumos				100.00
8. Imprevistos 5%				366.13
Total costos directos				7688.82
B.-Costos indirectos				
1. Gastos financieros (15.2%)				1168.70
2. Gastos Administrativos (8%)				615.11
3. Leyes sociales (22%) M.O				514.80
Total costos indirectos				2298.61
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				9987.42

ANEXO 23. Costo de producción para el tratamiento T5 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 1000 Kg/ ha de guano de isla).

Descripción por actividad	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total S/.
A.-Costos directos				
1. Semilla	Kg	150	8	1200.00
2. Preparación de terreno				980.00
Rastrogeo	Hrs	3	70	210.00
Aradura	Hrs	3	70	210.00
Rigido	Hrs	3	70	210.00
Rigido + riel	Hrs	3	70	210.00
Surcado	Hrs	2	70	140.00
3. Abonamiento				2000.00
-Estiércol de Vacuno	Toneladas	20	50	1000.00
-Guano de isla	Bolsa (50 Kg)	20	50	1000.00
4. Control Fitosanitario				693.35
Metomil	Kg	1.1	100	110.00
Alfacipermetrina	Litros	1.4	50	70.00
Clorpirifos	Litros	1.5	30	45.00
Abamectina	Litros	1.1	108	118.80
Metamidofos	Litros	1.5	35	52.50
Benomyl	Kg	0.3	110	33.00
Azoxystrobin	Kg	0.15	720	108.00
Tebuconazole ,Trifloxistrobin	Kg	0.2	475	95.00
Triada Flux	Litros	1.65	37	61.05
5. Mano de obra				2340.00
Aplicación de guano de isla	JH	4	45	180.00
Aplicación de Estiércol	JH	4	45	180.00
Riego machaco	JH	1	45	45.00
Siembra	JH	2	45	90.00
Acequias	JH	2	45	90.00
Deshierbos	JH	9	45	405.00
Riegos	JH	3	45	135.00
Control fitosanitario	JH	9	45	405.00
Cosecha (arranque)	JH	8	45	360.00
Carguío a era	JH	6	45	270.00
Trilla	JH	4	45	180.00
6. Otros insumos				273.33
Alquiler Maquina trilladora	0.10 S/o por Kg	2733.33	0.1	273.33
7. Transporte de insumos				100.00
8. Imprevistos 5%				379.33
Total costos directos				7966.02
B.-Costos indirectos				
1. Gastos financieros (15.2%)				1210.83
2. Gastos Administrativos (8%)				637.28
3. Leyes sociales (22%) M.O				514.80
Total costos indirectos				2362.92
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				10328.93

ANEXO 24. Costo de producción para el tratamiento T6 (Estiércol de vacuno 20 t/ha + 2000 Kg/ ha de guano de isla).

Descripción por actividad	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total S/.
A.-Costos directos				
1. Semilla	Kg	150	8	1200.00
2. Preparación de terreno				980.00
Rastrogeo	Hrs	3	70	210.00
Aradura	Hrs	3	70	210.00
Rigido	Hrs	3	70	210.00
Rigido + riel	Hrs	3	70	210.00
Surcado	Hrs	2	70	140.00
3. Abonamiento				3000.00
-Estiércol de Vacuno	Toneladas	20	50	1000.00
-Guano de isla	Bolsa (50 Kg)	40	50	2000.00
4. Control Fitosanitario				693.35
Metomil	Kg	1.1	100	110.00
Alfacypermetrina	Litros	1.4	50	70.00
Clorpirifos	Litros	1.5	30	45.00
Abamectina	Litros	1.1	108	118.80
Metamidofos	Litros	1.5	35	52.50
Benomyl	Kg	0.3	110	33.00
Azoxystrobin	Kg	0.15	720	108.00
Tebuconazole ,Trifloxistrobin	Kg	0.2	475	95.00
Triada Flux	Litros	1.65	37	61.05
5. Mano de obra				2340.00
Aplicación de guano de isla	JH	4	45	180.00
Aplicación de Estiércol	JH	4	45	180.00
Riego machaco	JH	1	45	45.00
Siembra	JH	2	45	90.00
Acequias	JH	2	45	90.00
Deshierbos	JH	9	45	405.00
Riegos	JH	3	45	135.00
Control fitosanitario	JH	9	45	405.00
Cosecha (arranque)	JH	8	45	360.00
Carguío a era	JH	6	45	270.00
Trilla	JH	4	45	180.00
6. Otros insumos				274.67
Alquiler Maquina trilladora	0.10 S/o por Kg	2746.67	0.1	274.67
7. Transporte de insumos				100.00
8. Imprevistos 5%				429.40
Total costos directos				9017.42
B.-Costos indirectos				
1. Gastos financieros (15.2%)				1370.65
2. Gastos Administrativos (8%)				721.39
3. Leyes sociales (22%) M.O				514.80
Total costos indirectos				2606.84
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				11624.26