

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“RENDIMIENTO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) CON
CUATRO FUENTES DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL DISTRITO
NUEVO IMPERIAL, CAÑETE”**

Presentado por:

TEODORO ASCENSIÓN SAN ROMÁN SUÁREZ

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Lima - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“RENDIMIENTO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) CON
CUATRO FUENTES DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL DISTRITO
NUEVO IMPERIAL, CAÑETE”**

Presentado por:

TEODORO ASCENSIÓN SAN ROMÁN SUÁREZ

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Félix Camarena Mayta
PRESIDENTE

Mg. Sc. Amelia Wite Huaranga Joaquín
ASESORA

Mg. Sc. Jorge Tobaru Hamada
MIEMBRO

Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

**Lima - Perú
2019**

DEDICATORIA

*A Dios quien todo lo puede, sin él,
nada me faltará para alcanzar cada
una de mis metas en la vida, para ser
un servidor leal de las voluntades de
mi creador.*

*A mi Abuelo Hilario que sembró las
primeras letras en mi vida y continuado con
sus consejos de respeto, honradez, valor y
constancia a no desfallecer por el bien de
todo lo que conforma la humanidad.*

*A la memoria de mi Madre Mesalina, por
enseñarme a brindar paz, humildad,
tolerancia, comprensión y a la búsqueda de
superación para generar esperanza y alegría.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, mi Alma Mater por ser mi casa de formación profesional.

A la Ing. Mg.Sc. Amelia Huaranga Joaquín, patrocinadora de la presente tesis por su apoyo constante y permitir con su colaboración oportuna, la realización de esta tesis.

A los miembros del jurado: Ing. Agr. Ph.D. Félix Camarena Mayta, Ing. Saray Siura Céspedes y el Ing. Mg. Sc. Jorge Tobaru Hamada, por las recomendaciones y sugerencias, mostrándose siempre disponibles y atentos en lo que necesite para la culminación de la presente tesis.

A la Ing.Mg.Sc. Vilma Rocio Hualla Mamani, por su apoyo constante en la culminación de la realización y sustentación de la tesis.

A todas las personas que hicieron posible de una y otra manera este trabajo de investigación.

Eternamente agradecidos y que la fuerza del universo esté siempre con ustedes.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN LITERARIA	3
2.1. SITUACIÓN DEL CULTIVO DE FRIJOL EN EL PERÚ Y EL MUNDO	3
2.2. IMPORTANCIA DEL GRANO DE FRIJOL	4
2.3. ORIGEN Y TAXONOMÍA	5
2.3.1. Origen	5
2.3.2. Clasificación Taxonómica	6
2.4. MORFOLOGÍA	6
2.4.1. Características morfológicas	6
2.4.2. Hábito de crecimiento	7
2.4.3. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol	10
2.5. VARIEDADES DE FRIJOL	12
2.5.1. Clasificación de las variedades por la duración entre siembra y cosecha	12
2.5.2. Variedad de frijol Blanco Nema	14
2.5.3. Variedad de frijol Canario 2000 INIA	14
2.6. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL FRIJOL	14
2.7. CONDICIONES AMBIENTALES QUE INCIDEN EN EL CULTIVO DEL FRIJOL	16
2.7.1. Factores climáticos	16
2.8. ABONOS ORGÁNICOS	18
2.8.1. Estiércol de Cuy	19
2.8.2. La gallinaza	19
2.8.3. Humus de Lombriz	20
2.8.4. Estiércol de vacuno	21
2.9. ANTECEDENTES DE RENDIMIENTOS DEL FRIJOL	21
2.9.1. Rendimiento	21
2.9.2. Componentes del rendimiento	22
2.10. IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE FRIJOL	23

III. MATERIALES Y METODOS	24
3.1 CAMPO EXPERIMENTAL.....	24
3.1.1. Ubicación.....	24
3.1.2. Historial de Campo.....	24
3.2. ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE SUELO	24
3.3. ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO	25
3.4. DATOS METEOROLÓGICOS	26
3.5. MATERIAL EN ESTUDIO	27
3.5.1. Material genético	27
3.5.2. Material abonos orgánicos.....	27
3.6. METODOLOGÍA	28
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
3.8. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	31
3.8.1. Preparación de la semilla.....	31
3.8.2. Preparación del terreno.....	31
3.8.3. Siembra.....	31
3.8.4. Abonamiento	31
3.8.5. Deshierbo.....	32
3.8.6. Riegos	32
3.8.7. Control fitosanitario.....	32
3.8.8 Cosecha.....	33
3.9. VARIABLES EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO	33
3.9.1. Componentes de rendimientos morfológicos	33
3.9.2. Componentes de rendimiento fisiológicos	34
3.9.3. Fenología de las variedades de frijol	35
3.10. ANÁLISIS ECONÓMICO O COSTO DE PRODUCCIÓN.....	35
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. COMPONENTES DE RENDIMIENTOS MORFOLÓGICOS.....	37
4.1.1. Altura de planta (cm).....	37
4.1.2. Número de ramas por planta.....	43
4.1.3. Número de Inflorescencias por planta	43
4.1.4. Número de vainas por inflorescencias.....	44

4.1.5. Número de vainas por planta	45
4.1.6. Longitud de vainas (cm)	46
4.1.7. Ancho de vaina (cm).....	47
4.1.8. Peso de 100 granos (gr)	47
4.1.9. Rendimiento de grano (kg /ha)	48
4.1.10. Índice de cosecha (%).....	50
4.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO FISIOLÓGICOS.....	51
4.2.1. Días a la prefloración.....	55
4.2.2. Días a la floración.....	58
4.2.3. Días a formación de vainas.....	58
4.2.4. Días a llenado de vainas	59
4.2.5. Días a madurez fisiológica	60
4.2.6. Días a madurez de cosecha	61
4.3. LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICA DEL CULTIVO DE FRIJOL	62
4.3.1. Germinación (V0).....	63
4.3.2. Emergencia (V1).....	63
4.3.3. Hojas Primarias (V2)	63
4.3.4. Primera Hoja Trifoliada (V3)	64
4.3.5. Tercera Hoja Trifoliada (V4).....	64
4.3.6. Prefloración(R5)	64
4.3.7. Floración (R6)	65
4.3.8. Formación de vainas (R7)	65
4.3.9. Llenado de vainas (R8).....	65
4.3.10. Madurez (R9).....	66
4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS	66
4.4.1. Análisis de presupuesto parcial	66
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES.....	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
VIII. ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Promedio de superficie cosechada, producción, rendimiento y precio en chacra de frijol de grano seco. 2017	4
Cuadro 2. Contenido promedio de nutrientes en 100 g de frijol	5
Cuadro 3. Duración en días entre siembra y cosecha de diferentes tipos de frijol en diferentes ambientes	13
Cuadro 4. Resultados del análisis de suelo y caracterización	25
Cuadro 5. Resultados del análisis de materia orgánica	25
Cuadro 6. Variables meteorológicas registradas en el periodo de ejecución del experimento de frijol en el 2016.....	26
Cuadro 7. Materia orgánica a utilizar en el experimento	28
Cuadro 8. Lista de tratamientos y su respectiva randomización.	30
Cuadro 9. Cuadro de análisis de varianza (ANVA).....	36
Cuadro 10. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento morfológicas evaluadas en dos variedades de frijol con cuatro fuentes de abonos orgánicos	39
Cuadro 11. Prueba de comparación de medias según Duncan, a los efectos del abono orgánico	40
Cuadro 12. Prueba de comparación de medias según Duncan, de las variedades de frijol	41
Cuadro 13 Resultados promedios de las variables de rendimiento en estudio	42
Cuadro 14. Análisis de varianza de componentes de rendimiento morfo fisiológicas evaluadas en dos variedades de frijol con cuatro fuentes de abonos orgánicos	52
Cuadro 15. Prueba de comparación de medias según Duncan, a los efectos del abono orgánico	53
Cuadro 16. Prueba de comparación de medias según Duncan, de las variedades de frijol	53
Cuadro 17. Resultados promedios de las variables de rendimiento en estudio	54
Cuadro 18. Análisis de varianza de la variable prefloración evaluada del cultivo de frijol	56

Cuadro 19. Análisis de varianza de efectos simples de la variable prefloración evaluada del cultivo de frijol	56
Cuadro 20. Comparación de medias según Duncan, de la interacción de abonos orgánicos en la variedad Blanco Nema y Canario 2000 INIA.....	57
Cuadro 21. Comparación de medias según Duncan, de la interacción de variedades de frijol en los abonos orgánicos	57
Cuadro 22. Etapas de desarrollo fenológico del frijol de los tratamientos en estudio	62
Cuadro 23. Análisis de costo de producción, valoración de la cosecha y rentabilidad de rendimiento del frijol con cuatro fuentes de abono orgánicos.....	67
Cuadro 24. Análisis de costo de producción, valoración de la cosecha y rentabilidad de rendimiento del frijol Canario 2000 INIA y Blanco Nema	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Caracteres de la morfología del frijol	7
Figura 2. Tipos de hábito de crecimiento en la planta del frijol.....	8
Figura 3. Abonos orgánicos aplicados en el experimento.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01. Fotos de evaluación en el experimento de cultivo de frijol.....	80
Anexo 02. Datos estadísticos de la producción mundial en el 2017	84
Anexo 03. Precio Minorista de gallinaza por región según año, 2012 – 2017 (soles por tonelada)	84
Anexo 04. Precio de minorista de humus de lombriz por región según año 2012-2017 (soles por tonelada).....	85
Anexo 05. Frijol seco por región según variables productivas enero – marzo 2017	86
Anexo 06. Frijol seco por región según variables productivas, abril – junio 2017.....	86
Anexo 07. Frijol seco por región según variables productivas, julio – setiembre 2017	87
Anexo 08. Frijol seco por región según variables productivas, octubre - diciembre 2017.	87
Anexo 09. Costo de producción de frijol con abonos orgánicos y sin abono en Cañete	88
Anexo 10. Costo de producción de frijol Blanco Nema - Canario 2000 INIA en Cañete ..	89
Anexo 11. Análisis Físico - Químico de suelo	90
Anexo 12. Análisis de composición química de materia orgánica.....	91
Anexo 13. Datos Meteorológicos – Humedad Relativa(HR°), Cañete 2016	92
Anexo 14. Datos Meteorológicos – Temperatura Mínima Media Mensual(°C), Cañete 2017	93
Anexo 15. Datos Meteorológicos – Temperatura Máxima Media Mensual(°C), Cañete 2017	93
Anexo 16. Datos medios de campo de variables morfofisiológicos del frijol	94

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el campo Túnel Grande, en condiciones de costa central, realizado el 22 de octubre del 2016 a 23 enero del 2017, con el objetivo evaluar la respuesta de las variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) comercial (Blanco Nema y Canario 2000 INIA) a la aplicación de cuatro fuentes de abonos orgánicos (humus de lombriz, estiércol de vacuno, gallinaza y estiércol de cuy) sobre el rendimiento de grano seco, componentes de rendimientos y rentabilidad económica del cultivo. En este experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, donde se estudiaron un total de 10 tratamientos con tres repeticiones. En el análisis de varianza, con respecto a componentes morfológicos de rendimientos, para el factor variedades de frijol se encontró diferencias significativas para la mayoría de las variables de estudio, excepto números de ramas y para el factor abonos orgánicos no se encontró diferencias significativas. Además, para los componentes fisiológicos de rendimiento se encontró diferencias significativas para el factor variedad en todas las etapas de desarrollo de la planta de frijol y con respecto factor abono orgánico solo se encontró diferencias significativas para las variables prefloración y floración. En conclusión, la variedad de frijol Blanco Nema, tuvo rendimiento promedio de 2,470.6 kg/ha y la variedad Canario 2000 INIA, con un promedio de 1,599.1 kg/ha, y con respecto a los abonos orgánicos la aplicación con humus de lombriz alcanzó un mejor rendimiento de 2,235.7 kg/ha seguido del estiércol de cuy con 2,088.7 kg/ha. En el análisis de rentabilidad económica, para el factor abono se encontró con mayor índice de rentabilidad para el testigo (sin abono) con 141.25% y para el factor variedad al frijol Canario 2000 INIA con 89.13%.

Palabras Clave: abonos orgánicos, rentabilidad, rendimiento, fisiología, morfología, variedades.

ABSTRACT

This research took place in Túnel Grande field under central coast environmental conditions, from 22 October 2016 to 23 January 2017. The purpose was to evaluate the response of two commercial bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties (Blanco Nema and Canario 2000 INIA) in the presence of four sources of organic manure (earthworm humus, cow dung, hen dung and guinea pig manure) on the yield of dry bean, yield components and economic profitability of the crop. This experiment had a factorial arrangement with a randomized complete block design, where a total of 10 treatments with three repetitions were studied. According to the analysis of variance, regarding morphological components of yields for the bean varieties factor, significant differences were found for most of the study variables, except for number of branches and organic manure factor where no significant differences were found. In addition, for the physiological components of yield, significant differences were found for the variety factor in all stages of bean plant development and regarding the organic fertilizer factor, only significant differences were found for the pre-flowering and flowering variables. In conclusion, the Blanco Nema variety reached a higher average yield with 2,470.6 kg/ha compared to Canario 2000 INIA variety with average of 1,599.1 kg/ha. And with respect to organic manures, the application of earthworm humus reached a better yield of 2,235.7 kg ha followed by guinea pig manure with 2,088.7 kg/ha. In the economic profitability analysis, the organic manure factor with the highest profitability index was found for the control (without organic manure) with 141.25% and for the Canary 2000 INIA variety factor with 89.13%.

Keywords: organic manure, profitability, yield, physiology, morphology, varieties

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una actividad que tiene mucha importancia en el Perú y el mundo, por integrar en la dieta alimentaria de millones de personas, ubicadas generalmente en las zonas de menor condiciones económicas y en áreas rurales, donde la producción está concentrado en pequeños y medianos agricultores que utilizan diferentes sistemas de producción con escasa utilización de tecnologías apropiadas que mejoren los rendimientos y la calidad de los suelos erosionados por el uso intensivo de los suelos. Las variedades de frijol más cultivadas son las de color blanco grande tipo caballero o alubias, el frijol amarillo conocido como canario y el frijol bayo pinto que se cultiva conjuntamente y otros frijoles como los panamitos, rojos, variedades con halos bicolor, semillas con jaspes o manchas en la cubierta o testa.

La superficie cosechada de frijol en el Perú fue de 78,571 ha en el 2015, con rendimiento promedio de 1,200 kg/ha con la tendencia a la reducción en producción y rendimiento en los años venideros, llegando el 2017 con una producción de 65,988 ha, con un rendimiento promedio de 1,147.3 kg/ha (MINIAGRI 2017). La disminución en la producción y rendimiento de los cultivos en la costa central generalmente se presentan por tener suelos que se caracterizan por presentar bajo contenido de materia orgánica, deficiente en nitrógeno, bajos niveles de fósforo, pH alcalino, y suelos con presencia de salinidad. Además, la agricultura se realiza en condiciones de temperaturas altas, la racionalización de abastecimiento de agua que viene presentándose ante los eventos de cambio climático, que forman parte de los factores limitantes de la productividad de las plantas que disminuyen el rendimiento y calidad de grano de manera significativa.

La utilización de abonos orgánicos de manera planificada y tecnológica forman parte de una alternativa para obtener mejores rendimientos y rentabilidad, la FAO (2002), menciona que los abonos mejoran diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo como la capacidad del suelo de absorber los nutrientes y la estructura, entre otros. El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación, de la capacidad productiva de suelos degradados.

Las leguminosas que son utilizadas como restauradores de la fertilidad y los abonos orgánicos que contribuyen a mejorar la calidad de los suelos de manera sostenible, ante la presencia de factores limitantes como la baja fertilidad de suelos, sembríos marginales, variedades de largo periodo vegetativos con semillas de baja calidad y condiciones climáticas cambiantes no favorables, se hace necesario continuar con investigaciones que contribuyan a superar los factores limitantes.

El presente estudio experimental permite la utilización de nuevas tecnologías apropiadas de conservación de suelos y variedades de frijol adaptadas a condiciones climáticas de costa central, que favorecen mejores rendimientos y rentabilidad para los agricultores de la provincia de Cañete

De acuerdo con lo mencionado en los párrafos anteriores el presente trabajo está orientado a cumplir los siguientes objetivos.

- Evaluar los efectos de los abonos orgánicos en el rendimiento en grano de las variedades de frijol Blanco Nema y frijol Canario 2000 INIA bajo los tratamientos en estudio.
- Evaluar los componentes de rendimientos de las dos variedades de frijol.
- Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos bajo las condiciones de Cañete.

II. REVISIÓN LITERARIA

2.1. SITUACIÓN DEL CULTIVO DE FRIJOL EN EL PERÚ Y EL MUNDO

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una actividad que tiene mucha importancia en el mundo, donde la producción mundial (**anexo 2**) es liderada por Estados Unidos (37%) seguido por la India (17%), Brasil (15%) y Myanmar (9%) por integrar la dieta alimentaria de millones de personas en el mundo (SNIIM, 2017).

En el Perú se encuentran cultivando diversas especies de legumbres como el frijol, el haba, la arveja, frijol caupí, tarhui y pallar que son las más representativas alcanzando una superficie cosechada conjunta de 208,868 hectáreas a nivel Nacional (MINAGRI, 2016).

En el 2015, el cultivo de frijol ocupó el octavo lugar dentro de cultivos transitorios, según su superficie cosechada con 78,571 ha. No obstante, el valor de producción de esta legumbre, a precios del 2007, alcanzó la suma de 179 millones de soles, que representó cerca del 1% del valor de producción bruta Agrícola. La principal región productora en el 2015 fue Cajamarca, con 14.5% del total de la producción nacional. Luego se ubicaron Piura (8.9%), Loreto (7.8%), Huánuco (7.5%), Amazonas (6.8%), Apurímac (6.1%) y Huancavelica (6%). La producción acumulada al mes de mayo del 2016 fue de 36,094 toneladas; es decir un 20.4% más, que el mismo mes del 2015. Esto se debió esencialmente al incremento significativo de la producción de frijol castilla, concretamente, en la región Piura durante los meses de abril y mayo, y en menor proporción en la región Lima. La superficie cosechada de frijol fue de 70,946 ha a nivel nacional con un rendimiento de 1,200 kg/ha, para el 2016 (MINAGRI, 2016).

En el Perú se encuentran cultivando diferentes variedades de frijol según las ubicaciones geográficas y necesidades del mercado local e internacional, (**cuadro 1**). Dentro de las variedades, más importantes o resaltantes para consumo en seco tenemos el frijol Canario 2000 INIA, con un rendimiento de 2,590 kg/ha (Camarena *et al.*, 2009) y el Blanco Nema con un rendimiento de 2,500 kg/ha (CIAT, 1996). Como también, según el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA, 2017)-MINIAG, el área cosechado de frijol grano

seco fue de 65,988 ha, la producción nacional fue de 75,706 toneladas y el rendimiento promedio nacional es de 1,147.28 kg/ha.

Cuadro 1. Promedio de superficie cosechada, producción, rendimiento y precio en chacra de frijol de grano seco. 2017

Región	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (Kg/ha)	Precio en chacra(S./kg)
Nacional	65,987.55	75,706.27	1,147.28	3.60
Amazonas	8,227.80	5,857.92	711.97	4.41
Áncash	681.00	872.75	1,281.57	4.23
Apurímac	3,975.50	7,494.849	1,885.26	3.53
Arequipa	2,911.00	4427.11	1,520.82	5.60
Ayacucho	1,926.00	2,191.00	1,137.59	3.16
Cajamarca	12964.05	11,076.39	854.39	2.81
Callao	0	0	-	-
Cusco	1,218.00	1,989.55	1,633.46	3.01
Huancavelica	4,293.00	7,916.74	1,844.10	2.85
Huánuco	3,596.25	4,229.00	1,175.95	4.00
Ica	321.25	555.62	1,729.56	5.91
Junín	4,088.00	4,452.87	1,089.25	3.09
La Libertad	2,738.00	3,995.69	1,459.35	4.06
Lambayeque	532.00	511.00	960.53	3.89
Lima	1,026.00	2,514.00	2,450.29	5.55
Lima Metropolitana	58.00	168.27	2,901.28	5.39
Loreto	4,378.00	4,590.00	1,048.42	1.86
Madre de Dios	365.00	336.30	921.37	4.55
Moquegua	26.00	66.28	2,549.23	4.58
Pasco	1,033	1,522.929	1,474.28	2.70
Piura	6,445.00	5019.00	778.74	3.57
Puno	504.00	583.30	1,157.34	2.26
San Martín	3,323.50	3,333.98	1,003.15	4.58
Tacna	0	0	-	-
Tumbes	5.20	5.66	1,088.46	4.33
Ucayali	1,352.00	1,996.06	1,476.37	4.76

FUENTE: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura –SIEA-MINAGRI-2017.

2.2. IMPORTANCIA DEL GRANO DE FRIJOL

El frijol es la fabácea cultivada de mayor importancia en el Perú y el mundo, donde forman parte de la dieta diaria de millones de personas, generalmente el consumo de frijol es mayor en las zonas menos favorecidas económicamente y en el área rural, lo cual denota el uso de esta menestra (frijol) en el balance de la dieta en estos sectores, ya que la población de menores ingresos consume menos proteínas de otras fuentes. La proteína del frijol cuesta

menos que la de las carnes y que la de los cereales, a pesar de ser de mejor calidad que la de estos (Camarena *et al.*, 2009).

Es importante señalar que actualmente las leguminosas de grano son un cultivo muy importante en el Perú, principalmente por sus cualidades alimenticias y por el comercio de exportación de estas especies, que ha cobrado gran importancia en estos últimos 20 años. Las cualidades alimenticias de este cultivo se centran en su gran aporte nutricional, gracias a su alto contenido de vitaminas, proteínas, y fibras solubles que ayudan a prevenir enfermedades como la diabetes, enfermedades tracto digestivas y del corazón (INIA, 2013). Las variedades para consumo en grano seco predominante en el Perú, que son comercializados son colores blancos, tipo alubia, canario, bayo, caraota, panamito, tanto de tipo I, III, IV. Variando el periodo vegetativo de 105 a 270 días (Camarena *et al.*, 2009).

El contenido de proteína del frijol varía del 20 al 28% de acuerdo con la variedad y la región donde se produce. Entre los aminoácidos esenciales que contiene están la metionina, que varía entre 0,17 y 0,53%, la lisina, entre 1,69 y 2,44%, y el triptófano, entre 0,14 y 0,22% (Obando citado en Profiza, 1992).

En el **cuadro 2** se muestra los componentes nutricionales del frijol (Arias *et al.*, 2007).

Cuadro 2. Contenido promedio de nutrientes en 100 g de frijol

Componente	Valor
Energías	322.00 kcal
Proteínas	21.80g
Grasas	2.50g
Carbohidratos	55.40g
Tiamina	0.63mg
Niacina	1.80mg
Calcio	183.00mg
Hierro	4.70mg

Fuente: Obesidad. net/Spanish 2002 default . html.

2.3. ORIGEN Y TAXONOMÍA

2.3.1. Origen

Según Hernández *et al.* (2013), entre los años 9,000 y 5,000 a.C, en diferentes partes del mundo se domesticaron diversas especies vegetales, entre ellas el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). La importancia de identificar el centro de origen y de domesticación de una

especie como *P. vulgaris* radica en que esas áreas son fuente primaria de poblaciones con genes útiles para el mejoramiento genético y de interés para el entendimiento de la evolución, diversificación y conservación de la especie. El conjunto de conocimientos recabados hasta hoy, como la edad de los restos fósiles y las características morfológicas, agronómicas y genéticas establecen que el frijol común se originó en Mesoamérica y posteriormente se domesticó entre los 5,000 y 2,000 años a. C. en dos sitios del continente Americano: Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica).

2.3.2. Clasificación Taxonómica

El género *Phaseolus* L., según Soukup (1970) y Marechal (1978) citados por Camarena *et al.* (2009) se puede clasificar de la siguiente manera.

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionoideae

Tribu: Phaseoleae

Subtribu: Phaseolinae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

2.4. MORFOLOGÍA

2.4.1. Características morfológicas

CIAT (1980), citados por Camarena *et al.* (2009), describen las características morfológicas de la planta de frijol se agrupan en caracteres constante y caracteres variables; los constantes son aquellos que identifican el taxón, es decir la especie, o la variedad; generalmente son de la alta heredabilidad (**figura 1**). Los caracteres variables reciben la influencia de las condiciones ambientales, podrían ser consideradas como la resultante de la acción del medio ambiente sobre el genotipo.

La altura de planta es una característica varietal genética y ambiental, es el resultado de números de nudos y longitud de los entre nudo (Reyes, 1992).



Figura 1. Caracteres de la morfología del frijol

2.4.2. Hábito de crecimiento

CIAT (1984), citados por Arias *et al.* (2007) mencionan que el hábito de crecimiento es el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final debido a que algunos de estos caracteres son influenciados por el ambiente, el hábito de crecimiento puede ser afectado por éste. Los principales caracteres morfoagronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

- El tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
- El número de nudos.
- La longitud de los entrenudos y, en consecuencia, la altura de la planta.
- La aptitud para trepar.
- El grado y tipo de ramificación. Es necesario incluir el concepto de guía definida como la parte del tallo o de las ramas que sobresale por encima del follaje del cultivo.

Los hábitos de crecimiento del frijol se muestran en la **figura 2**.

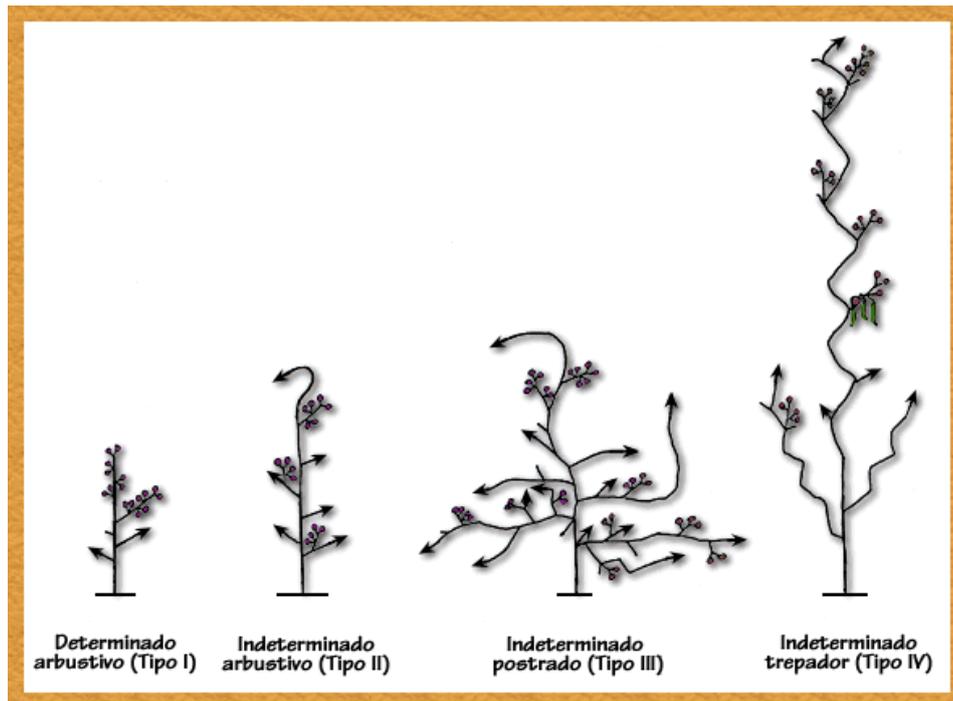


Figura 2. Tipos de hábito de crecimiento en la planta del frijol

FUENTE: Faiguenbaum y Mouat, 2015.

Según estudios hechos por el CIAT, se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales.

- **Tipos I:** Hábito de crecimiento determinado arbustivo, con las siguientes características:
 - El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada.
 - En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos.
 - La altura puede variar entre 30 y 50 cm; sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas.
 - La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo
- **Tipo II.** Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, con las siguientes características:
 - Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.
 - Pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, y generalmente cortas con respecto al tallo.

- El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12.
 - Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.
- **Tipo III:** Hábito de crecimiento indeterminado postrado, cuyas plantas presentan las siguientes características:
- Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.
 - La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm.
 - El número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías.
 - El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.
- **Tipo IV:** Hábito de crecimiento indeterminado trepador. Se considera que las plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las del típico hábito trepador. Poseen las siguientes características:
- A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora.
 - Las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical.
 - El tallo, el cual puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2 m de altura con un soporte adecuado.
 - La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración.

Según Camarena *et al.* (2009), existe una gran variabilidad en los patrones de desarrollo en la planta de frijol como en el grado de crecimiento de los tallos y ramas, el tamaño de los diferentes órganos y muchas otras características. Además de las diferencias en el ciclo biológico se destaca la variabilidad en el conjunto de caracteres que determinan el hábito de crecimiento.

2.4.3. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol

Los factores más importantes que afectan la duración de las etapas de desarrollo del frijol son el genotipo y el clima, aunque también influyen otros factores como la fertilidad y las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad, entre otros (CIAT, 1982 citado por Arias *et al.*, 2007).

Según Somarriba (1997), plantea que la etapa vegetativa (V4) las yemas de los nudos que están por debajo de la tercera hoja trifoliada se desarrollan como rama y que el tipo de ramificación y longitud de ramas dependen de factores como el genotipo. Pelaez *et al.* (2003), encontraron que la cantidad de flores desarrolladas en la planta dependen de la variedad de la etapa de cultivo.

CIAT (1984), 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. Esta escala permite referir las observaciones y prácticas de manejo, o etapas de desarrollo fisiológico.

Descripción de las etapas de desarrollo fenológico del frijol:

A. Etapas de la fase vegetativa

La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada.

- **Etapa V0 (Germinación)**

La semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias; el hipocótilo también crece, y quedan los cotiledones al nivel del suelo.

- **Etapa V1 (Emergencia)**

Se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipocótilo 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 inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En esta etapa empieza el desarrollo vegetativo rápido de la planta, durante el cual se formarán el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas. 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. La primera rama generalmente inicia su desarrollo cuando la planta comienza la etapa V3.

- **Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada)**

Esta etapa 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 que se desarrollan a partir de las tríadas de yemas.

B. Etapas de la fase reproductiva

En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración. El número de vainas por planta es resultado de los fenómenos de generación y mortalidad de flores y frutos (Díaz, 2004 citados por Median y Ramírez, 2010).

- **Etapa R5 (prefloración)**

La etapa R5 se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

- **Etapa R6 (Floración)**

La etapa R6 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.

- **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.

- **Etapa R8 (Llenado de las vainas)**

En un cultivo, la etapa R8 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. En algunas variedades, las valvas de las vainas empiezan a pigmentarse, lo que generalmente ocurre después del inicio de la pigmentación de la semilla. Esta variable demuestra la capacidad que tienen las plantas de traslocar los nutrientes acumulados en el tallo (durante el desarrollo vegetativo) al grano en la etapa reproductiva (Cajina, 2001).

- **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 plantas de fréjol 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. Este momento se conoce con el nombre de madurez fisiológica donde el grano alcanza su máximo tamaño. De ahí para adelante la planta entra en el proceso de secado, durante el cual se produce una pérdida uniforme y natural de la humedad del grano hasta niveles en que se puede considerar seco (FAO, 2018).

2.5. VARIEDADES DE FRIJOL

2.5.1. Clasificación de las variedades por la duración entre siembra y cosecha

Según Camarena *et al.* (2009), con este criterio las variedades se clasifican como: variedades precoces y variedades tardías.

Esta división por su puesto solo tiene valor dentro de determinados ámbitos geográficos. Hay frijoles que en ciertas regiones pueden cosecharse a 70 días de la siembra otros lo hacen

en más de 270 días; en aquellas zonas donde se siembran estos últimos, un frijol que madure a los 180 días sería considerado precoz, mientras que, en la primera región de referencia, un frijol que se cosecha más allá de los 90 días ya sería considerado tardío, como se observa en el **cuadro 3**.

Cuadro 3. Duración en días entre siembra y cosecha de diferentes tipos de frijol en diferentes ambientes

Habito de crecimiento	Periodo de crecimiento	Clima (temperaturas)		
		Verano (23-26°C)	Otoño (17-20°C)	Invierno (13-15°C)
Tipo I Determinado arbustivo	Precoz	75	75	120
Tipo II Indeterminado arbustivo	Precoz	75	75	120
Tipo IIIa Indeterminado postrado	Precoz	90	100	150
Tipo IIIb Indeterminado aptitud trepadora	Tardío	90	120	190
Tipo IVa Indeterminado trepador	Precoz	75	120	190
Tipo IVb Indeterminado trepador	Tardío	120	150	170

FUENTE: Voysest, 2000

En algunas regiones de América Central, donde la temperatura media durante el periodo de crecimiento del frijol es de 24 ° C o mayor, el carácter de precocidad se refiere a la maduración en 60 días o menos; se requiere, por tanto, que la floración ocurra a los 28 días después de la siembra. En el altiplano de Guatemala, el termino de precocidad a la variedad que madure 90 días, o menos después de la siembra.

La precocidad es un carácter de importancia, requerido con frecuencia; por los agricultores: en la siembra de postrera, por ejemplo, el periodo de lluvias es más reducido que el de la época de mayo (CIAT, 1989).

En muchas especies diferentes a las leguminosas, las variaciones fenotípicas observadas en una población es la consecuencia del efecto de factores genéticos, factores ambientales y de la interacción entre genotipos y el ambiente. En las leguminosas esto es más complejo: la planta puede suplir una parte de sus necesidades de nitrógeno, gracias a la fijación simbiótica según (Camarena *et al.*, 2009).

2.5.2 Variedad de frijol Blanco Nema

En el programa de mejoramiento de frijol en el INIA, en un estudio realizado en 440 muestras de plantas atacadas de distintos lugares de la costa central (valle de Ica, Chincha, Cañete, Mala, Huaral, Chancay, Huacho y Huaura) con el objetivo de desarrollar líneas resistentes a *Rhizoctonia sp* y *Fusarium solani*. En 1986 se inició un programa de cruza utilizando las líneas, BAT 1576, NAG 39; BAT 1297, H 376-F, y A211, en cruza con grano amarillo, blanco y bayo, de alto rendimiento y resistentes a virus y roya. En parcelas de comprobación destacó por rendimientos la línea Nema 89022, la cual fue liberada en 1993 con el nombre de Larán mejorado – INIA. Esta variedad es de porte arbustivo indeterminado (tipo II), de 115 días de periodo vegetativo. Bajo riego alcanza rendimiento de 2.0 a 2.5 t/ha de grano seco y de 6 a 7 t/ha de grano verde. Se adapta muy bien en todas las zonas productoras de la costa y de los valles interandinos hasta los 1200 msnm, en siembra desde febrero a setiembre (Singh y Voyssest, 1996).

2.5.3. Variedad de frijol Canario 2000 INIA

Proveniente de la selección individual y masales realizada en la cruza, CIFAC 1233 x Canario Divex 8130, realizada en la EEA- Chincha en 1983. Experimentalmente se la codifico como CIFAC 87005, es una variedad resistente al virus del mosaico común del frijol (BCMV), a roya (*Uromyces appendiculatus*) y a mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*); susceptible al nematodo del nudo (*Melodogyne incognita*) (Camarena *et al.*, 2009).

Es una 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 después de la siembra. El color de la flor es lila claro. Se adapta bien en los valles de la costa subtropical en siembras desde febrero a mediado de junio. El rendimiento promedio en grano seco es de 1737 kg/ha y el rendimiento máximo alcanzado es de 2590 kg/ha. La forma como se consume es en grano verde y grano seco, con muy buena aceptación comercial (Camarena *et al.*, 2009).

2.6. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL FRIJOL

Ríos *et al.* (2003) señalan que el frijol responde muy bien a la fertilización química y orgánica, para decidir sobre la fertilización del terreno esto se logra mediante el análisis

químico del suelo, que es la forma de conocer la cantidad de nutriente que posee el suelo, si se encuentra cantidades altas, medias y bajas mediante este análisis, es posible conocer las condiciones físicas y químicas del suelo para la siembra del frijol. Como también mencionan que se debe tener en cuenta; cuales son los requerimientos nutricionales del cultivo, conocer la eficiencia del fertilizante en función del cultivo y del suelo, el costo de la fertilización y tener conocimiento de la respuesta del frijol a la fertilización en las diferentes condiciones ambientales. Además, Martini (1968), corrobora que para el abonamiento adecuado de cualquier cultivo es preciso conocer los requerimientos nutricionales de la planta y el nivel de fertilidad del suelo en que se desarrolla.

El fríjol absorbe cantidades altas de N, K y Ca y en menor cantidad S, Mg y P. una idea de los requerimientos de los nutrientes esenciales para el fríjol, obtenida a partir de trabajos realizados en el trópico con fríjoles de hábito de crecimiento I (determinado arbustivo) muestra que absorbe 97- 9-93 de NPK (Arias *et al.*, 2007).

Según Martini (1968), cuando la planta de frijol posee un alto contenido de N, su requerimiento no es tan alto gracias a la facultad de esta leguminosa de fijar N, del aire del suelo en sus nódulos, con la ayuda de bacteria simbióticas (*Rhizobium sp.*).

La fertilización debe hacer al momento de la siembra, pues la planta de frijol tiene un ciclo de vida muy corto y no alcanzara a absorber el fertilizante disponible cuando la aplicación se hace después de la siembra (Ríos, 2003). Como el fríjol es un cultivo de ciclo corto que, para el caso del clima frío moderado, dura cinco meses en promedio, se ha encontrado que la fertilización puede hacerse una sola vez y al momento de la siembra (Arias, 2007).

Alba (1963), citado por Mosquera (2004), indica que el potasio es un elemento muy valioso para los cultivos de leguminosas de todas las clases, el buen aspecto general de la planta y su vigor dependen de la existencia en el suelo de una proporción adecuada de potasio asimilable, es esencial para la formación de almidón y la transformación de azúcares. Sin embargo, no es un constituyente de la estructura molecular de la planta.

2.7. CONDICIONES AMBIENTALES QUE INCIDEN EN EL CULTIVO DEL FRIJOL

2.7.1. Factores climáticos

Los factores climáticos que más influyen e inciden en el cultivo del frijol, son la temperatura, luz y agua; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en los rendimientos esperados en la producción agrícola.

2.7.1.1. Temperatura

El frijol crece en temperatura promedio de 15 a 27 °C, con una gran amplitud entre variedades, siendo la temperatura óptima de 25°C. Pero las altas temperaturas afectan la fenología y el rendimiento de semilla (Monterroso y Wien, 1990, citado por Lara, 2015). También, White (1985), reporta que los mayores rendimientos de leguminosas se obtienen en zonas con temperaturas entre los 18 y 24°C; temperaturas mayores de 27°C producen caídas de flores y reducen el número de granos en la vaina.

En general, la tolerancia del frijol común a altas temperaturas es baja y la mayoría de las variedades que utilizan los agricultores están adaptadas a regiones de elevaciones media a alta o a siembras en épocas con temperaturas moderadas (Rosas *et al.*, 2000, citado por Lara, 2015).

2.7.1.2. Luz

El papel más importante de la luz 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 demora 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).

Según Benacchio (1982), citado por Jacome (2011), señala que este cultivo requiere abundante insolación; en áreas de alta nubosidad se alarga el ciclo, por lo que, prefiere días despejados. Además, Palma (1993), citados por Estrada y Peralta (2004), menciona que las variables son influenciadas por factores como: nutrientes, humedad, luz y espacio, los que condicionan que no se demore el crecimiento de las partes del órgano de la flor, dando como resultado un mayor desarrollo del grano y un mayor peso del mismo.

2.7.1.3. Agua

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Se estima que más del 60% de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren por falta de agua (White, 1985).

El número de vainas está determinado por factores ambientales en la época de floración (temperatura, viento y agua), y por el estado nutricional en la formación de vainas y granos (Aguilar y Altamirano, 2001, citado por Lara, 2015).

White e Izquierdo (1989), indican como las posibles causas de la abscisión en caraota: 1) falta de fertilización de los óvulos, debido a la ineficiente autopolinización; 2) estrés hídrico, altas y bajas temperaturas; 3) competencia entre órganos (vainas) en desarrollo por elementos nutritivos como N, P, carbohidratos y otros nutrientes.

2.7.2. Factor suelo

En general el frijol requiere suelos profundos y fértiles, sueltos a mediano, con buenas propiedades físicas, pH entre 5.5 a 6.5 topografía plana u ondulada y buen drenaje, (Ríos *et al.*, 2003). El frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco arcillosos (Valladolid, 2005). 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). El frijol común es sensible a la salinidad, ya que puede reducir su rendimiento hasta en un 50%, cuando se presenta una conductividad eléctrica (CE) del suelo, mayor o igual a 2dS/m, equivalente a 20mM NaCl (Bayuelo-Jiménez *et al.*, 2002, citados por Quintana *et al.*, 2016).

Según, Camarena *et al.* (2009), las plantas de frijol tienen habilidad de producir una gran cantidad de flores, muy superior al número de vainas logradas. La diferencia entre estas, flores y vainas expresadas como porcentaje, varía mucho entre variedades y con distintos factores ambientales. También, Díaz (2004), menciona, el peso del grano es una función de su ritmo de crecimiento y de la duración del período de llenado. Ambos atributos están gobernados genéticamente (depende de la variedad) y varían de acuerdo a las condiciones ambientales. Camarena *et al.* (2009), señalan que se ha comprobado un comportamiento homogéneo y diferencial en y entre variedades respectivamente, en condiciones ambientales

variables, por lo cual se está planteando la posibilidad de utilizar al patrón de floración como un descriptor varietal.

Para producir alimentos saludables y nutritivos, necesitamos de suelos sanos. Los alimentos cultivados en suelos pobres en micronutrientes pueden contribuir a la mal nutrición humana. Por otro lado, suelos contaminados pueden traspasar elementos nocivos a los alimentos, como metales pesados y residuos de pesticidas (FAO, 2015).

2.8. ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecidos con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (Trinidad, 2014). Además, menciona que los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo (fertilidad física); estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados.

Trinidad (2014), menciona que los efectos de los abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo, aumenta el porcentaje de nitrógeno total, capacidad de intercambio catiónico, el pH y concentración de sales y los efectos de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo son el incremento de la actividad biológica y proliferación de microorganismos que influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efecto directo en el crecimiento de la planta. Además, Altieri (1995), menciona que los abonos orgánicos no liberan grandes cantidades de nutrientes para el cultivo de una sola vez, sino que al incrementar la materia orgánica del suelo le sirve de alimentos a los microorganismos, responsables de convertir los nutrientes en forma asimilables para las plantas.

El abono o fertilizante es el producto cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas. Mientras que la enmienda es materia orgánica, capaz de modificar o mejorar las propiedades y características físicas, químicas o biológicas del suelo (AGROAMB, 2017). También, Gómez (2017), señala la función de las enmiendas orgánicas no es el aporte de nutrientes de origen orgánico como en los fertilizantes orgánicos, si no mejorar las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo. No precisan contener nutrientes minerales en cantidades significativas, pues lo más importante es el aporte de materia orgánica.

La aplicación de los tratamientos abonos orgánicos, ocasionó un efecto similar en el llenado de semillas y se tradujeron más bien en el aumento de número de vainas por plantas y granos por vaina, pudiendo deberse a una condición de tipo genética por ser una característica de alta heredabilidad (Milthorpe y Moorby, 1982 citados por Pupiales *et al.*, 2008).

El estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo (Tapia y Fries, 2007).

2.8.1. Estiércol de Cuy

El estiércol de cuy concentra mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio, componentes que son los que mayormente utilizan las plantas. Su bajo nivel de humedad lo hace más duradero (Chirinos *et al.*, 2008). También, según Guamán (2010), citado por Carita (2016), las ventajas al utilizar el estiércol de cuy son:

- Mantiene la fertilidad del suelo.
- Este tipo de abonamiento no contamina el suelo.
- Se obtienen cosechas sanas
- Se logran buenos rendimientos.
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- No posee malos olores por lo tanto no atrae a las moscas.

2.8.2. La gallinaza

La gallinaza es un fertilizante relativamente concentrado y de rápida acción el periodo transcurrido desde su aplicación hasta la floración del cultivo, es tiempo suficiente para que se produzca una mineralización y por consiguiente una aportación de nutrimentos que pueda coincidir con el periodo de mayor demanda de nutrientes (Estrada y Peralta, 2004). Su principal aporte de la gallinaza consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo, con algunos nutrientes principales como, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, y boro; pero el de mayor concentración presenta el nitrógeno (Restrepo, 1998). Este deberá ser incorporado y cuidadosamente mezclado con el suelo, ya sea en el surco o en el hoyo de siembra, 15 días antes de la siembra, ya que es un abono fuerte y podría dañar a las semillas o a las plántulas. También puede ser aplicado después de la siembra, colocando en el suelo al costado de las plántulas ya nacidas; se aplica a razón de 6.5-13 t/ha (Barber, 1999).

2.8.3. Humus de Lombriz

El humus de lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de la planta. Ofrece a las plántulas una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces (CEDAF, 2000). El humus es importante debido a su carga eléctrica negativa, la cual puede retener cationes o nutrientes con una carga positiva, lo cual a su vez incrementa la Capacidad de Intercambio de Cationes (FAO, 2017). El humus de lombriz cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, potencializando a los cultivos, al incorporar a la rizosfera nutrientes en forma inmediatamente asimilables, aumentando la porosidad y aireación del suelo, contribuyendo a la infiltración, retención de agua, desarrollo radicular y estimulando la bioactividad al tener los mismos microorganismos benéficos del suelo pero en mayor cantidad, creando un medio antagónico para algunos patógenos existentes (ADEX, 2002). Además, Rodríguez (1991), menciona que los residuos orgánicos, vegetales y animales, manejados o depositados en diferentes ambientes, tales como suelo, compostas, biodigestores, turberas, pantanos, carbones, se ven sometidos a un proceso de transformación esencialmente microbiana. Este proceso consta fundamentalmente de dos vías, la mineralización y la humificación. Estos dos procesos se han dado solo para el humus de lombriz, antes de su incorporación al suelo, presentando amonio producto de la mineralización y sustancias húmicas (ácido húmicos, ácido fúlvicos y huminas) producto de la humificación, mientras que los otros abonos orgánicos deben ocurrir los procesos de degradación en el suelo para hacer disponible los nutrientes para las plantas,

Según Perea *et al.* (2000), citado por Ortiz (2010), señalan que debido a la riqueza en microelementos el humus de lombriz roja californiana es uno de los fertilizantes más completos ya que mejora las condiciones del suelo, reteniendo la humedad y aumentando la capacidad de retención de agua, propiciando y acelerando las etapas de germinación, floración y llenado de vainas en leguminosas. Además, Jiménez (1996), citados por Median y Ramírez (2010) afirma que un óptimo contenido de nutrientes y de abonos en la solución del suelo permite que la planta tenga mayor disponibilidad de otros elementos que facilitan que ésta pueda tener una mejor fructificación, que en el caso de la soya significará un buen rendimiento, lo que se puede observar en los datos donde el mayor número de vainas por plantas se visualizó para el nivel de humus de lombriz.

2.8.4. Estiércol de vacuno

El estiércol es uno de los residuos más importantes de la finca, una parte de nutrientes no utilizable por los cultivos puede entrar en el sistema suelo – planta – animal y ejercer una función mucho más importante de lo que se cree. El estiércol consta de dos componentes originario, uno sólido y otro líquido en relación aproximada 3:1 un poco más del nitrógeno, casi todo el ácido fosfórico y alrededor de 35% de potasio que se encuentra en el componente sólido, además, contiene cantidades menores de calcio, magnesio azufre y trazas de micronutrientes. No obstante, esta aparente ventaja se compensa con el aprovechamiento más fácil de los nutrientes que aporta la orina. La calidad nutricional del estiércol varía con la especie animal, la edad, la alimentación, la cama usada la manipulación y las situaciones de almacenamiento (Estrada y Peralta, 2004).

2.9. ANTECEDENTES DE RENDIMIENTOS DEL FRIJOL

2.9.1. Rendimiento

Según Mark (1991), citados por Camarena *et al.* (2009), el rendimiento es la resultante final de los procesos fisiológicos, que se reflejan en la morfología de la planta. Los principales componentes fisiológicos del rendimiento son: acumulación de fotosintatos, que puede expresarse como el peso seco total de la planta (rendimiento bilógico) o la distribución de dicho fotosintato, representado por el peso de la semilla (rendimiento económico). También, Robles (1982), citado por Cálvez (2013), mencionan que el rendimiento es una característica fenotípica, ya que esta condicionados por el efecto del genotipo y el medio ambiente siendo este último el de mayor influencia en los caracteres cualitativos. Además, según Voysest (1985), son muchos los factores que condicionan el rendimiento, por esta razón la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realiza el ensayo ya que los valores altos y bajos reflejan las posibilidades reales del genotipo según las condiciones presentes.

Según Camarena *et al.* (2009), existen dos procesos fundamentales en el crecimiento y desarrollo de los vegetales, la fotosíntesis y la respiración. El rendimiento es la expresión última de los procesos de acumulación de materia seca y su reparto en la planta. La acumulación de materia seca es una secuencia directa del balance entre la fotosíntesis, respiración y las pérdidas debidas a la senescencia y la abscisión. El rendimiento promedio en grano seco para la variedad de frijol canario 2000 INIA es de 1737 Kg/ha y el rendimiento máximo alcanzado es de 2590 kg/ha.

Según Avelares (1992), citados por Estrada y Peralta (2004) indico que cuando un componente se ve afectado en forma negativo, otros actúan en forma contraria compensándolo, por lo cual se vuelve difícil predecir que la reducción de un componente afectara en esa misma vía el rendimiento, en base a lo anterior se puede reafirmar que el rendimiento no solamente depende de uno de sus componentes, si no existe relación entre ellos.

Camarena *et al.* (2009), mencionan que el frijol posee dos periodos de absorción con alta demanda de este nutriente, la diferencia del botón floral y el fin de la floración e inicio de formación de vainas, la mayor acumulación de se produce en la floración. Los trabajos concuerdan que el nitrógeno y el potasio son los nutrientes más absorbidos y exportados.

Diaz (2002), citado por Cálvez (2013), menciona que existe una alta relación entre el rendimiento y el número de vainas, numero de granos por vainas y peso de los granos. Algunos estudios demuestran una correlación positiva con el número de ramas. Estos componentes de rendimientos están influenciados por el número de hojas número de nudos y altura de la planta.

Según Camarena *et al.* (2009), los valores para el frijol normalmente están entre un rango de 0.5 a 0.6, índice más bajo, indica una pobre formación de vainas o semillas en relación con el desarrollo vegetativo del cultivo.

2.9.2. Componentes del rendimiento

Otra clase de parámetro que se usa para describir la distribución del peso seco es el de los componentes de rendimiento. Este puede ser descrito en varias formas, pero todas se basan en aquellos factores que multiplicados equivalen a él.

- Los componentes de rendimiento se agrupan en dos:
 - **Morfológicos:** número de vainas, número de ramas por planta, número de semillas por vaina y peso seco individual de: tallos, ramas, vainas y semilla.
 - **Fisiológicos:** tamaño, duración del crecimiento foliar, el área foliar por unidades de peso y eficiencia de translocación de fotosintatos.
- Por su influencia en su rendimiento, los componentes se dividen en:
 - **Directos:** número de vaina, índice del vigor y peso en 100 gramos.

- Indirectos: Precocidad (número de nudos al primer racimo, número de días entre siembra y la floración), área foliar, aptitud de regular y resistir a la sequía o el frío.

La siguiente formula es un ejemplo:

$$\text{Rendimiento} = \text{Peso de una semilla} \times \text{Semillas/vaina} \times \text{Vainas/planta} \times \text{Plantas/m}^2$$

Muchos estudios sobre el frijol han intentado seleccionar uno de los componentes para aumentar el rendimiento del cultivo; por ejemplo, la posibilidad de aumentar el rendimiento mediante la selección de plantas con un mayor número de granos por vaina. Generalmente estos intentos han fracasado debido al fenómeno de la compensación de los componentes: al aumentar la magnitud de uno de los componentes del rendimiento, los otros componentes se reducen, pues la planta tiende a mantener un equilibrio (CIAT, 1988).

2.10. IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE FRIJOL

Según el estudio realizado por PROMPEX (2000), citado por Cálvez (2013), menciona que el cultivo presenta muchas razones para tener importancia económica, ecológica, medica; que a continuación se detalla algunas de las razones:

- Se cultiva en la costa, sierra y selva.
- Son de mucha importancia en la canasta básica familiar por su alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales.
- Mejora los suelos incorporando el nitrógeno atmosférico fijado por simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*.
- Sus granos contienen proteínas (22%-28%), vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y tubo digestivo.
- Las amplias adaptabilidades de algunas variedades facilitan la producción durante todo el año con lo cual es posible aprovechar las ventanas comerciales de mejores precios

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación

El experimento fue instalado en el campo Túnel Grande, zona de ubicación en el distrito de Nuevo Imperial, Provincia de Cañete y departamento de Lima.

El campo experimental se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas:

Latitud: 13°04'50.72" S

Longitud: 76°17'57.74" O

Altitud: 220 msnm

3.1.2 Historial de Campo

En el campo Túnel Grande los cultivos que antecedieron a la siembra del ensayo fueron; maíz, vainita, camote en la campaña 2015 y papa, maíz en la campaña 2016, ambos bajo las mismas condiciones climáticas.

3.2. ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE SUELO

El suelo de este campo de estudio es de origen aluvial, que son acumulaciones clásticas que se encuentran constituida por gravas, arenas, limo y arcilla, entremezclados en proporciones diferentes debido a que han sido depositados bajo condiciones muy variadas en cuanto a volumen y velocidad del flujo. Presentando un relieve plano característico de la zona costera con una pendiente promedio de 2%.

En el **cuadro 4**, se presenta el resultado de análisis de caracterización de suelo perteneciente al predio donde realizamos el ensayo y se puede observar que el suelo presenta un pH ligeramente alcalino no ideal para los requerimientos del cultivo de frijol, siendo el rango apropiado de 5.5-6.5 de pH, como también presenta una conductividad eléctrica ligeramente salino indica que no es la condición ideal para el cultivo del frijol. La disponibilidad de materia orgánica registra una clasificación baja debido a sus antecedentes de uso intensivo y de origen aluvial desértico. La disponibilidad de fósforo y potasio son

de nivel alto, con clase textural franco arenoso y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) siendo esta un estimador de la fertilidad del suelo se puede afirmar que la fertilidad natural de este suelo es baja.

Cuadro 4. Resultados del análisis de suelo y caracterización

TIPO DE ANÁLISIS		RESULTADOS	MÉTODO
ANÁLISIS FÍSICO			
Arena	%	65	Hidrómetro
Limo	%	24	Hidrómetro
Arcilla	%	11	Hidrómetro
Clase textural		Franco Arenoso	Triángulo textural
ANÁLISIS QUÍMICO			
pH		7.72	Potenciómetro de la suspensión de suelo
CE	dS/m	2.91	Lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica
CaCO ₃	%	1.50	Gaso- Volumétrico utilizando un calcímetro
M. O.	%	1.08	Walkey & Black
P	ppm	35.30	Olsen modificado
K	ppm	299.00	Acetato de amonio
CIC	(meq/100g)	11.20	Acetato de amonio
Ca ⁺⁺	(meq/100g)	12.32	Fotometría y/o absorción atómica
Mg ⁺⁺	(meq/100g)	9.15	Fotometría y/o absorción atómica
K ⁺	(meq/100g)	2.02	Fotometría y/o absorción atómica
Na ⁺	(meq/100g)	0.37	Fotometría y/o absorción atómica
Al ⁺⁺⁺ H ⁺	(meq/100g)	0.00	Fotometría y/o absorción atómica

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes del Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016.

3.3. ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

El abono son fuentes de nutrientes cuyo origen es orgánico por que proviene de las excretas de los animales y su posterior procesamiento para la aplicación a los cultivos como fuentes de mejoramiento de estructura y fertilidad del suelo.

Cuadro 5. Resultados del análisis de materia orgánica

ABONOS ORGÁNICOS	ANÁLISIS QUÍMICO														
	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Hd %	Na %	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
Humus	7.97	5.05	44.59	2.16	2.26	0.51	9.52	2.20	49.93	0.37	8695	54	145	518	68
Estiércol de Vacuno	8.81	13.50	66.45	1.81	0.88	3.04	3.88	1.40	19.08	0.89	6055	26	73	226	51
Gallinaza	6.25	11.20	49.88	2.68	3.15	2.00	2.25	0.92	12.75	0.38	7440	145	236	322	33
Estiércol de Cuy	8.22	12.90	61.96	1.86	1.93	3.29	3.56	1.69	42.95	0.70	6570	28	274	240	34

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes del Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016.

Después de haber realizado los respectivos análisis de la muestra de los abonos orgánicos en el laboratorio de análisis de suelo, planta, agua y fertilizantes de la UNALM, como se observa en el **cuadro 5**, se procedió por calcular el elemento más limitante, en este caso el nitrógeno y tomando en cuenta el requerimiento de la planta de frijol que es 97 kg/ha.

3.4. DATOS METEOROLÓGICOS

Nuevo Imperial tiene un clima desértico. Durante el año, virtualmente no hay lluvia en Nuevo Imperial. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es BWh. La temperatura promedio en Nuevo Imperial es 19.2 ° C. Hay alrededor de precipitaciones de 13 mm. Las variables meteorológicas que se registran en el cuadro 6, corresponden al periodo en que se realizó el experimento entre los meses de octubre, noviembre y diciembre, registrándose una temperatura media máxima de 26°C, 28.8 °C y 30°C, como se observa en el **cuadro 6**, presentando mayor desarrollo productivo en el mes de diciembre y que en este mes se da una disminución de la humedad relativa llegando a 73.33%.

Cuadro 6. Variables meteorológicas registradas en el periodo de ejecución del experimento de frijol en el 2016

Mes	Temperatura Media Max (°C)	Temperatura Media Min (°C)	Humedad Relativa (%)
ENERO	29.90	19.10	76.54
FEBRERO	32.10	21.00	75.91
MARZO	31.90	20.50	70.95
ABRIL	31.00	18.50	77.32
MAYO	28.30	16.40	78.83
JUNIO	24.10	14.30	84.57
JULIO	22.10	14.20	86.30
AGOSTO	23.50	13.80	83.24
SETIEMBRE	25.00	14.30	82.01
OCTUBRE	26.00	14.80	79.40
NOVIEMBRE	28.80	15.40	73.36
DICIEMBRE	30.00	16.70	73.33

FUENTE: SENAMHI-Unidad de atención al ciudadano y gestión documental. Año 2016. Dirección redes de observación y datos. Estación La Capilla 2(442 msnm) de la provincia de Cañete. (Ver anexo 12, 13,14)

3.5. MATERIAL EN ESTUDIO

3.5.1. Material genético

El material genético del estudio experimental estuvo representado por las variedades de frijol Blanco Nema, obtenido de los agricultores pertenecientes al valle de Cañete y frijol Canario 2000 INIA, proveniente de la Estación Experimental Agraria – Donoso.

La semilla utilizada para la actividad agrícola necesaria para las condiciones de costa es de 72 kg/ha de frijol Blanco Nema y de 64 kg/ha de frijol Canario 2000 INIA.

3.5.2. Material abonos orgánicos

Los abonos orgánicos utilizado en el experimento fue conformado por cuatro fuentes orgánica de humus de lombriz, estiércol de gallina, cuyes y vacuno, siendo el origen de estas fuentes de la actividad de crianza de animales, realizada por las familias que se ubican en las zonas periurbana del distrito de Nuevo Imperial - Cañete.



Figura 3. Abonos orgánicos Aplicados en el experimento.

Después de haber realizado los respectivos análisis de la muestra de los abonos orgánicos en el laboratorio de análisis de suelo, planta, agua y fertilizantes de la UNALM, se realizó el cálculo del elemento más limitante, con respecto a materia orgánica, con respecto a fósforo y potasio, donde se identificó como factor más limitante el nitrógeno porque es el elemento que en mayor cantidad utiliza la planta y es a la vez la que se encuentra en menor

disponibilidad en los suelos de la costa. El suelo con un 1.08% de materia orgánica lo cual está representado con un 0.054% de nitrógeno total que nos indica un nivel bajo, para un suelo con capa laminar de 20cm de profundidad en referencia a la concentración raíces del frijol, para un suelo de la costa el nitrógeno disponible siendo 5% del nitrógeno orgánico y la tasa de mineralización es de 3% en la costa, lo cual se obtiene 45.36 kg/ha de nitrógeno por año, dividido en cuatro partes nos arroja 11.34 kg/ha correspondiente al periodo vegetativo del cultivo de frijol.

Obtención de la relación carbono/nitrógeno de la materia utilizado en el experimento mediante la metodología de Walkley y Black.

$$\text{Materia orgánica} = \% \text{ carbón} \times 1.724$$

Según el análisis de caracterización del suelo nos muestra un 35.3ppm de fósforo lo cual representa un 161.7 kg/ha de P₂O₅ y potasio con un 299 ppm que representa en el suelo 720.67 kg/ha K₂O.

Tomando en cuenta el elemento limitante que para este experimento que está representado por el nitrógeno donde la planta de frijol requiere un 97 kg/ha, se utilizó una dosis de fuentes como se muestra en el **cuadro 7**, no tomándose en cuenta el nitrógeno disponible del suelo por presentar una disponibilidad baja.

Cuadro 7. Materia orgánica utilizado en el experimento

Fuentes Orgánicas	Contenido de N (%)	Contenido de C (%)	Relación (C/N)	Dosis (kg/ha)
Humus de lombriz	2.16	25.86	11.97	4491
Estiércol de vacuno	1.81	38.54	21.29	5359
Gallinaza	2.68	26.03	9.71	3619
Estiércol de cuy	1.87	35.93	19.32	5187

3.6. METODOLOGÍA

La evaluación del rendimiento de grano seco y sus componentes primarios se realizó siguiendo la metodología propuesta por el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2009). Para ello se planificó hacer la investigación de respuesta de los abonos orgánicos en dos variedades de frijol, por presentar la disponibilidad de abonos orgánicos (humus de lombriz, gallinaza, estiércol de cuy, estiércol de vacuno) producido por la actividad pecuaria, y dos variedades de frijol

(canario y blanco nema) ampliamente cultivadas en la localidad de Cañete. La instalación del campo experimental se llevó a cabo mediante la utilización de labranza convencional, realizando la siembra y la aplicación de los abonos orgánicos simultáneamente de acuerdo al diseño experimental. Se realizó un manejo agronómico de acuerdo a las recomendaciones que establece el Programa de Leguminosas de Grano de la Universidad Nacional Agraria La Molina (PLGO) y el CIAT (1989). Las evaluaciones se realizaron oportunamente para alcanzar los objetivos planteados.

Se estudiaron en esta investigación dos factores con diferentes niveles, haciendo un total de 10 tratamientos con tres repeticiones.

- **Factor variedad:** Dos variedades de frijol (Frijol Blanco Nema y Frijol Canario 2000 INIA)
- **Factor abono:** Cinco tipos de abonos orgánicos (humus de lombriz, gallinaza, estiércol cuy, estiércol vacuno, sin abono).

Características del campo experimental

PARCELAS

N° de parcelas	: 30
N° de surco por parcela	: 4
Longitud de surco por parcela	: 5m
Distanciamiento entre líneas de siembra	: 0.80 m
Distanciamiento entre golpes	: 0.25 m
Número de golpes por línea de riego	: 20
Número de semillas por golpe	: 3
No de semillas por parcela	: 240
Área total de parcela	: 16 m ²

BLOQUES

No de bloques	: 3
No de parcelas por bloques	: 10
Largo del bloque	: 5m
Ancho del bloque	: 32 m
Área del bloque	: 160 m ² .

CALLES

Ancho de la calle	: 0.5m
Largo de las calles	: 32 m
N° de calles	: 2
Área total de experimento	: 512 m ²

Cuadro 8. Tratamientos en estudio y la randomización evaluados en Cañete

Codificación	Tratamientos	Bloques		
		I	II	III
V1A1	Frijol Blanco Nema + Humus de lombriz	108	202	306
V1A2	Frijol Blanco Nema + Estiércol de vacuno	110	201	309
V1A3	Frijol Blanco Nema + Gallinaza	102	209	301
V1A4	Frijol Blanco Nema + Estiércol de cuy	101	204	303
V1A5	Frijol Blanco Nema +Sin Abono	107	205	308
V2A1	Frijol Canario 2000 INIA+ Humus de lombriz	103	210	302
V2A2	Frijol Canario 2000 INIA+ Estiércol de vacuno	106	208	305
V2A3	Frijol Canario 2000 INIA+ Gallinaza	109	207	310
V2A4	Frijol Canario 2000 INIA +Estiércol de cuy	104	203	307
V2A5	Frijol Canario 2000 INIA +Sin abono	105	206	304

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se estableció bajo el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial.

Siendo el modelo aditivo lineal para el presente experimento es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + V_j + (AV)_{ij} + B_k + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es la unidad experimental observado con el *i*-ésimo abono orgánico, *j*-ésimo variedad de frijol, *k*-ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general.

A_i = Efecto del *i*-ésimo abono orgánico.

V_j = Efecto del *j*-ésimo variedad de frijol.

(AV)ij = Efecto de interacción entre el *i*-ésimo abono orgánico y el *j*-ésimo variedad de frijol.

Bk = Efecto del *k*-ésimo bloque.

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental en el *i*-ésimo del abono orgánico y el *j*-ésimo variedad, *k*-ésimo bloque.

3.8. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.8.1. Preparación de la semilla

Se realizó una prueba de germinación para ver la viabilidad de la semilla, luego se separaron las semillas en sobres destinadas para cada parcela.

3.8.2. Preparación del terreno

Se realizó el inicio de la preparación del terreno el 17 de octubre, con un riego de machaco, y al tercer día se empezó con la remoción del terreno con la pasada de arado de discos, seguido de una nivelación del terreno, para posteriormente hacer el trazado del surco a una distancia de 0.8 m, mediante tracción animal. Después de establecido las condiciones y demarcaciones del terreno destinado al campo experimental, se realizó el primer riego de enseño para que al segundo día dar inicio la siembra.

3.8.3. Siembra

La siembra fue manual y se realizó el 22 de octubre 2016 depositándose 3 semillas cada 0.25 m a una profundidad de 5 cm a nivel de costilla de surco. La incorporación de materia orgánica se hizo en este momento según las dosis establecidas.

3.8.4. Abonamiento

Los abonos que se utilizaron se dejaron bajar el contenido de humedad en cercanías del campo experimental y la aplicación de las materias orgánicas varió por las fuentes utilizadas que se presentan a continuación:

Humus de lombriz 89.8 gramos/golpe, estiércol de vacuno 107.18 gramos/golpe, gallinaza 72,38 gramos/golpe y estiércol de cuy 103.73 gramos/golpe, todas las aplicaciones se

realizaron por golpe ubicado a costilla de surco por golpe, el mismo día de la siembra evitando que el abono entre en contacto directo con las semillas.

3.8.5. Deshierbo

Se realizó para el control de maleza el pasado de cultivadora tracción animal a los 15 días, seguido de un desmalezado manual a los 25 días después de la siembra y pasado de cultivadora complementado con un aporque tracción animal a los 29 días después de la siembra, seguido de deshierbo manual a los 39 días y 50 días después de la siembra, efectuándose en total cinco deshierbo.

3.8.6. Riegos

Se realizó un riego de machaco para favorecer la germinación y emergencia de las malezas y realizar la preparación del terreno. Se realizó un riego de enseño para el segundo día realizar la siembra, favoreciendo las condiciones de humedad para el germinado de las semillas, seguido de riegos durante la fase del cultivo durante los 7, 12, 20, 33, 40, 43, 53,65 y 73 días después de la siembra en total 9 riegos, supeditado a las necesidades de riego del cultivo a la repartición de horas de riego determinada por la junta de regantes del canal de regadío de Nuevo imperial.

3.8.7. Control fitosanitario

De acuerdo a la incidencia de plagas y enfermedades con productos químicos (Emamectina benzoato) especialmente para *Crosidosema aporema* (Walsingham) plaga clave.

La presencia de plagas se dio a los once días después de la siembra, en la etapa de hojas primarias, donde se aplicó un Piretroide de 250ml/cilindro para el control de gusano de tierra, acompañado con Tiabendazol a 200ml/cil para control chupadera o hongos de la raíz de las plantas. La segunda aplicación se dio en la etapa de hojas trifoliada, se utilizó Emamectina benzoato 100 gr/cil acompañado con un piretroide a 200ml/cilindro, para el control de *Crosidosema aporema* (polilla del frijol) después de siete días se realizó la tercera aplicación de spinosys a 250 ml/cilindro, para el control de polilla del frijol, después de 8 días se volvió aplicar con Lufenuron a 250 mil por cilindro por la presencia de las plagas y un clima caluroso donde la *Epinotia* vuelve a presentarse. A inicio de floración se realizó la cuarta aplicación de Emamectina benzoato 200 g/cil, más 100gr/cil de Methomil, para el control de *Crosidosema aporema* y después de trece días se realizó la aplicación de spinosys a 250

ml/cil, más 100gr/cil de Methomil. Las aplicaciones fueron intensas debido a la proliferación de las plagas por las condiciones climáticas favorables.

3.8.8. Cosecha

Se realizó la cosecha en forma manual en dos momentos el día 01 de enero (101 días) se cosecharon de la variedad Blanco Nema y el día 07 enero se cosecharon de la variedad Canario INIA 2000 de las respectivas parcelas tomando en cuenta su madurez de cosecha (secado de planta y vainas).

3.9. VARIABLES EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO

Las variables evaluadas en el experimento se realizaron en cada unidad experimental de cada tratamiento siguiendo las escalas recomendadas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Programa de Leguminosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

3.9.1. Componentes de rendimientos morfológicos

- **Altura de planta**

A la madurez fisiológica se tomó 10 plantas al azar por parcela y se registró la altura desde el cuello de la planta al ápice del tallo principal y se expresara en centímetros.

- **Número de ramas por planta**

Antes de finalizar la cosecha se tomó 10 plantas al azar por parcela contabilizándose el número de ramas que han desarrollado.

- **Número de vainas/planta**

Se cogieron al azar 10 plantas, y se realizó el conteo de vainas por planta, para determinar cuántas vainas produce en total cada planta en la cosecha.

- **Número de inflorescencias por planta**

Se registraron el número de inflorescencias por planta a la madurez fisiológica del cultivo en promedio de cinco plantas en cada tratamiento.

- **Número de vainas/inflorescencia**

Se contabilizaron el número de vainas por cada inflorescencia en el tercio medio de la planta en tres plantas tomadas al azar por cada tratamiento.

- **Longitud de la vaina**

En 10 vainas maduras se registraron la longitud de la vaina y se expresó en centímetros.

- **Ancho de vaina**

En 10 vainas maduras se registraron el ancho de la vaina y se expresó en centímetros.

- **Peso de 100 granos**

De las vainas tomadas en la variable anterior se determinaron el peso de los granos secos.

- **Índice de cosecha (%)**

Con la toma de muestra de 10 plantas por parcela donde se obtuvieron datos de peso total de las 10 plantas y el peso de grano con la cual se determinó el índice de cosecha como se muestra en la formula siguiente.

$$I. C = \frac{\text{Peso seco de grano} \times 100}{\text{Peso seco total}}$$

- **El rendimiento de grano**

Se realizó el registró de peso total de los granos de la cosecha de vainas secas de cada parcela y está expresado en kilos por hectárea.

3.9.2. Componentes de rendimiento fisiológicos

- **Días a la prefloración**

Se realizó el registro el número de días después de la siembra, cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral, esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presentan esta característica.

- **Días a la floración**

Se registró el número de días transcurridos a partir de la fecha de siembra, hasta que el 50% de las plantas alcanzaron la floración.

- **Días a llenado de vainas**

El registro se llevó acabo contabilizando los días desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina.

- **Días a la maduración**

El registro se llevó a cabo contabilizando los días desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado.

3.9.3. Fenología de las variedades de frijol

La evaluación se realizó de acuerdo al estado fenológico del cultivo dividido en dos fases sucesivas (vegetativa y reproductiva) para cada unidad experimental de cada tratamiento siguiendo las escalas recomendadas por el CIAT (1988).

3.10. ANÁLISIS ECONÓMICO O COSTO DE PRODUCCIÓN

Los resultados obtenidos del experimento se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los tratamientos en estudios, con la finalidad de poder determinar la opción adecuada para realizar siembras posteriores, con rendimientos económicos.

El análisis económico de los resultados se realizó en base a los costos de producción obtenido de los costos fijos y variables, según la duración del periodo vegetativo del cultivo de frijol.

Para efectuar el análisis económico se considera los siguientes parámetros.

- **Rendimiento probable:** Expresado en kg/ha de granos de frijol obtenido al finalizar la cosecha.
- **Costo de producción:** Implica los gastos del cultivo, que comprende mano de obra, maquinarias e insumos y gastos administrativos.
- **Ingreso bruto:** Este parámetro comprende el costo del total de los granos de frijol en soles o dólares al momento de la cosecha.
- **Utilidad neta:** Obtenido de restar el costo de producción del ingreso bruto de la cosecha en granos.
- **Índice de rentabilidad:** Este parámetro se obtuvo relacionando la utilidad neta con respecto a su costo de producción, expresado en porcentaje. Esto nos indica la tasa de ganancia que se obtiene por unidad de inversión en el costo de producción.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se efectuó de acuerdo al Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial, en la cual se realizó un análisis de varianza (ANOVA) donde se pudo encontrar significación estadística para la fuente de interacción se procedió a realizar el análisis de efectos simples, seguidamente se procedió a realizar la prueba de

Duncan, para las comparaciones de medias entre tratamientos a un nivel significación $\alpha = 0.05$, para todas las características evaluadas en el experimento.

➤ **Análisis de varianza**

Cuadro 9. Esquema del análisis de varianza que se utilizó en el experimento

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado
Bloques	r-1	SC bloques	$\frac{SC \text{ Bloques}}{r - 1}$	$\frac{CM \text{ Bloques}}{CM \text{ Error}}$
Variedad (V)	v-1	SC V	$\frac{SC V}{v - 1}$	$\frac{CM V}{CM \text{ Error}}$
Fuentes de Abono (A)	a-1	SC A	$\frac{SC A}{a - 1}$	$\frac{CM A}{CM \text{ Error}}$
Interacción VxA	(v-1)(a-1)	SC VA	$\frac{SC VN}{(v - 1)(a - 1) - 1}$	$\frac{CM VA}{CM \text{ Error}}$
Error	(va-1)(r-1)	SC error	$\frac{SC \text{ Error}}{(va - 1)(r - 1) - 1}$	-----
Total	var-1	SC Total	-----	-----

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPONENTES DE RENDIMIENTOS MORFOLÓGICOS

4.1.1. Altura de planta (cm)

En el análisis de varianza (**cuadro 10**), se encontró diferencias altamente significativas entre las variedades de frijol, sin embargo, no se encontró diferencias estadísticas significativas para los bloques, abonos orgánicos y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad de frijol). El coeficiente de variabilidad para altura de planta es de 15.80% el cual es considerado bueno según Calzada (1982), y demuestran que los resultados son confiables, con un buen manejo de campo experimental y una buena precisión en la toma de datos de campo.

En la prueba de Duncan, de comparación de medias de los tratamientos para la variable altura de planta según el **cuadro 11**, no se dan diferencias estadísticas entre los niveles del factor abono orgánico, el cual puede ser debido al suelo del campo experimental que presentó buena disponibilidad de fósforo y potasio, por lo que la deficiencia de nitrógeno puede ser compensada por la capacidad de la planta de frijol de fijar nitrógeno atmosférico; confirmado por lo expresado por Mitchell (1970); Milthorpe y Moorby (1974); Salisbury y Ross (1978), citados por Pupiales *et al.* (2008), al reducir la concentración de un elemento puede no afectar la tasa de crecimiento de la planta. Para el factor variedad (**cuadro 12**), la variedad Blanco Nema, presenta estadísticamente mayor altura en referencia a Canario 2000 INIA, debido a que la altura de planta es una característica propia de las variedades, que es el resultado de números de nudos y longitud de los entre nudo (Reyes, 1992), en el experimento las diferencias significativas se dan a nivel de característica varietal, debido a que la variedad Blanco Nema, es de porte arbustivo indeterminado (tipo II) por (Singh y Voysest, 1996) y la variedad Canario 2000 INIA, es una planta de hábito de crecimiento arbustivo determinado (tipo I) por (Camarena *et al.*, 2009).

Los resultados promedios de los tratamientos en estudios se observan en el **cuadro 13**, en el cual hay tendencia en el tratamiento Blanco Nema, con testigo (sin abono) una mayor

altura de planta con 63.60 cm y para el Canario 2000 INIA, aplicado con estiércol de vacuno registró mayor altura de planta 51.23 cm estos resultados superan las investigaciones que ha realizado Cantaro (2015), para la variedad CIFAC, que es de tipo III que llegó a de 47.5 cm, en altura de planta con 100kg de N. También superó a la investigación de Cerón (2016), para la variedad Canario PLVI/1-3, que registró una máxima altura de 50.8 cm. Asimismo, Yánac (2018), no encontró diferencias significativas entre tres diferentes dosis de nitrógeno aplicado en cultivo de frijol. Los resultados confirman que dichas diferencias encontradas en este experimento se deben principalmente como respuesta a los caracteres genéticos propios de las variedades de frijol y no se han visto afectados por la presencia de los abonos orgánicos (factor ambiental) debido a que el suelo según el análisis de suelo presenta buena disponibilidad de potasio y fósforo. Además, Jácome (2011), en un estudio realizado en efecto de fertilización orgánica e inorgánica en cultivo de frijol en el valle del Cauca, no encontró diferencias entre los tratamientos orgánico e inorgánico para la altura de frijol, pero sí fueron estadísticamente diferentes del tratamiento donde se combinaban los dos abonos.

Cuadro 10. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento morfológicas evaluadas en dos variedades de frijol con cuatro fuentes de abonos orgánicos

Fuente de Variación	G.L	Altura de plantas(cm)	N° de ramas / planta	N° de inflorescencia/ planta	N° de vainas/ inflorescencia	N° de vainas/ planta
Bloques	2	80.423 N.S.	0.308 N.S.	14.624 N.S.	0.021 N.S.	19.219 N.S.
Abonos	4	22.156 N.S.	0.924 N.S.	30.343 N.S.	0.016 N.S.	6.263 N.S.
Variedad	1	2,574.651 **	1.528 N.S.	114.61 *	1.129 **	185.356 **
Abonos x Variedad	4	107.133 N.S.	0.305 N.S.	9.287 N.S.	0.096 N.S.	63.687 N.S.
Error	18	70.039	0.634	18.941	0.074	24.47
Total	29					
C.V.(%)		15.796	17.779	20.9	15.261	17.799
Promedio		52.983	4.479	20.823	1.781	27.792

Continuación....

Fuente de Variación	G.L	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Peso de 100 granos(gr)	Rendimiento de grano (kg/ha)	Índice de cosecha (%)
Bloques	2	0.047 N.S.	0.001 N.S.	3.844 N.S.	158,370.874 N.S.	11.836 N.S.
Abonos	4	0.289 N.S.	0.001 N.S.	17.146 N.S.	136,569.157 N.S.	14.724 N.S.
Variedad	1	134.451 **	0.046 **	198.147 **	5696,289.585 **	604.535 **
Abonos x Variedad	4	0.388 N.S.	0.001 N.S.	6.641 N.S.	216,009.134 N.S.	32.481 N.S.
Error	18	0.133	0.001	8.15	117615.757	25.292
Total	29					
C.V.(%)		2.911	3.241	6.305	16.854	13.585
Promedio		12.51	0.907	45.277	2,034.829	37.021

Significación estadística: * (0.01<p<0.05), ** (p<0.01).

No significación estadística: N.S.

C.V. = Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias según Duncan, a los efectos del abono orgánico

Altura de plantas(cm)	Nº de ramas / plantas	Nº de inflorescencia/planta	Nº de vainas/ inflorescencia	Nº de vainas/ plantas	Longitud de vaina(cm)
A1 55.27 a	A3 5.05 a	A3 23.12 a	A4 1.82 a	A1 29.17 a	A3 12.76 a
A2 53.72 a	A4 4.63 a	A5 22.05 a	A1 1.82 a	A5 28.25 a	A1 12.61 ab
A3 52.98 a	A1 4.47 a	A1 21.67 a	A2 1.82 a	A3 27.72 a	A5 12.55 ab
A5 52.97 a	A5 4.22 a	A4 19.91 a	A3 1.73 a	A4 27.43 a	A4 12.46 ab
A4 49.98 a	A2 4.03 a	A2 17.37 a	A5 1.72 a	A2 26.40 a	A2 12.17 b

Continuación.....

Ancho de vaina (cm)	Peso de 100 granos (gr)	Rendimiento de Grano (kg/ha)	Índice de cosecha(%)
A5 0.92 a	A4 47.17 a	A1 2,235.7 a	A3 38.94 a
A2 0.92 a	A1 46.65 ab	A4 2,088.7 a	A1 38.50 a
A4 0.91 a	A5 45.40 ab	A5 2,080.8 a	A2 36.10 a
A3 0.90 a	A3 43.92 ab	A3 1,900.2 a	A4 35.96 a
A1 0.89 a	A2 43.25 b	A2 1,868.8 a	A5 35.61 a

A1: Humus de Lombriz; A2: Estiércol de Vacuno; A3: Gallinaza; A4: Estiércol de Cuy; A5: Sin Abono.

Cuadro 12. Prueba de comparación de medias según Duncan, de las variedades de frijol

Altura de plantas(cm)	N° de ramas / plantas	N° de inflorescencia/ planta	N° de vainas/ inflorescencia	N° de vainas/ plantas	Longitud de vaina(cm)
V1 62.25 a	V2 4.70 a	V2 22.78 a	V2 1.97 a	V2 30.28 a	V1 14.63 a
V2 43.72 b	V1 4.25 a	V1 18.87 b	V1 1.59 b	V1 25.31 b	V2 10.39 b

Continuación.....

Ancho de vaina (cm)	Peso de 100 granos (gr)	Rendimiento de Grano (kg/ha)	Índice de cosecha (%)
V1 0.95 a	V1 47.85 a	V1 2,470.6 a	V1 41.51 a
V2 0.87 b	V2 42.71 b	V2 1,599.1 b	V2 32.53 b

V1: Blanco Nema; V2: Canario 2000 INIA.

Cuadro 13 Resultados promedios de las variables de rendimiento en estudio

Variedades	Abonos orgánicos	Altura de plantas(cm)	N° de ramas / plantas	N° de inflorescencia/planta	N° de vainas/ inflorescencia	N° de vainas/ plantas	Longitud de vaina(cm)
Blanco Nema	Humus de Lombriz	62.00	4.00	21.53	1.67	27.83	14.84
	Estiércol de Vacuno	54.70	3.60	14.31	1.40	18.17	13.90
	Gallinaza	58.77	4.70	22.37	1.57	27.60	15.18
	Estiércol de Cuy	62.53	4.40	16.73	1.70	26.10	14.60
	Sin Abono	63.60	4.20	20.27	1.60	26.83	14.62
Canario 2000 INIA	Humus de Lombriz	46.87	4.93	21.80	1.97	30.50	10.37
	Estiércol de Vacuno	51.23	4.60	25.13	2.23	34.63	10.45
	Gallinaza	41.83	5.03	24.73	1.90	27.83	10.35
	Estiércol de Cuy	36.33	4.86	23.09	1.94	28.76	10.31
	Sin Abono	42.33	4.23	23.83	1.83	29.67	10.49
Promedio		52.98	4.54	20.82	1.78	27.79	12.51

Continuación....

Variedades	Abonos orgánicos	Ancho de vaina (cm)	Peso de 100 granos(gr)	Rendimiento de Grano (kg/ha)	Índice de cosecha (%)
Blanco Nema	Humus de Lombriz	0.92	48.37	2729.41	41.84
	Estiércol de Vacuno	0.96	45.20	1983.29	38.69
	Gallinaza	0.95	45.70	2521.13	46.50
	Estiércol de Cuy	0.95	51.13	2570.64	42.35
	Sin Abono	0.95	48.83	2548.42	38.18
Canario 2000 INIA	Humus de Lombriz	0.85	44.93	1741.93	35.16
	Estiércol de Vacuno	0.87	41.30	1754.29	33.52
	Gallinaza	0.85	42.13	1279.27	31.38
	Estiércol de Cuy	0.86	43.20	1606.69	29.57
	Sin Abono	0.89	41.97	1613.23	33.03
Promedio		0.91	45.28	2034.84	37.02

4.1.2. Número de ramas por planta

Se observa en el **cuadro 10**, que no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, factor abonos orgánicos, factor variedades de frijol y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad de frijol). El coeficiente de variabilidad es de 17.78% el cual es considerado bueno según Calzada (1982), siendo los resultados confiables y presento una homogeneidad de terreno.

Se observa en el **cuadro 11**, que para factor abono orgánico no presenta diferencias estadísticas para los tratamientos en estudios. Los resultados de los análisis estadísticos para factor variedad (**cuadro 12**), demuestran que la aplicación de los abonos no influyó en el comportamiento de las variedades para el carácter ramas/planta, confirma lo mencionado por Somarriba (1997), la ramificación depende de factores como el genotipos y Camarena *et al.* (2009), que los caracteres determinan el hábito de crecimiento.

Los resultados promedios de los tratamientos en estudios se observan en el **cuadro 13**, que el tratamiento Blanco Nema, con gallinaza registró una tendencia a mayor número de ramas/planta y para el tratamiento Canario 2000 INIA, con gallinaza se registró una tendencia a presentar mayor número de ramas/planta, mostrando una tendencia a mayor respuesta a la presencia de la gallinaza para la variable número de ramas.

4.1.3. Número de Inflorescencias por planta

En el análisis de varianza (**cuadro 10**), se encontró diferencias significativas para el factor de variedades de frijol y no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, factor de abonos orgánicos y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad). El coeficiente de variabilidad es 20.90% y demuestra que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

En el **cuadro 12**, de comparación de medias de Duncan, para el factor variedad se observa diferencias significativas entre variedades no siendo influido por el ambiente, al no presentar diferencias significativas para los niveles de abonos orgánicos (**cuadro 11**), se puede confirmar que el número de inflorescencia es una característica propia de la variedad de frijol en este estudio realizado, corroborado lo mencionado por Peláez *et al.* (2003), encontraron que la cantidad de flores desarrolladas en la planta dependen de la variedad y de la duración de la floración y el tipo de planta, lo que refuerza lo planteado por Camarena *et al.* (2009), de utilizar al patrón de floración como un descriptor varietal.

En el reporte de resultados promedios (**cuadro 13**), se observa una tendencia de mayor presencia de número de inflorescencia para el abono de gallinaza, que presentó mayor porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio según los análisis físico y químico de laboratorio lo que tuvo incidencia en generar un mayor número de inflorescencias por plantas con respecto a los demás niveles de aplicación de abonos orgánicos lo que es reforzado por lo mencionado por Estrada y Peralta (2004), que la gallinaza es un fertilizante relativamente concentrado y de rápida acción el periodo transcurrido desde su aplicación hasta la floración del cultivo.

4.1.4. Número de vainas por inflorescencias

En el **cuadro 10**, se presenta el análisis de varianza (ANVA), se observa diferencias significativas para el factor variedades de frijol y no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, niveles de abonos orgánicos y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad). El coeficiente de variabilidad es 15.26% demuestra que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

Según la comparación de medias de Duncan, en el **cuadro 11**, para el factor abono orgánico, no presenta diferencias estadísticas por lo que se puede mencionar que la aplicación de diferentes niveles de abonos orgánicos no alteró el número de vainas por plantas, si no que estas diferencias observadas en el **cuadro 12**, se vio reflejado a nivel de variedad, donde las condiciones ambientales de temperatura para el frijol Canario 2000 INIA, no fueron favorable debido a la siembra tardía (22 de octubre), lo recomendable es sembrar en los meses desde marzo hasta mediados de setiembre. El experimento se desarrolló en un ambiente de temperatura de rango de 16.7°C-30°C, no siendo favorables para el desarrollo de frijol Canario 2000 INIA, lo que confirma el reporte de White (1985), que los mayores rendimientos de leguminosas se obtienen en zonas con temperaturas entre los 18 y 24°C y las temperaturas mayores de 27°C generan disminución en el rendimiento del frijol, igualmente White e Izquierdo (1989), indican como una de las posibles causas de la abscisión en caraota se dio por altas y bajas temperaturas. Además, Aguilar y Altamirano (2001), mencionan que el número de vainas está determinado por factores ambientales en la época de floración (temperatura, viento y agua). También, Camarena *et al.* (2009), menciona que la diferencia entre flores y vainas expresadas como porcentaje, varía mucho entre variedades y con distintos factores ambientales

Las condiciones de temperatura altas generan condiciones favorables para el daño radicular por hongos (*Fusarium oxysporum*) para la variedad Canario 2000 INIA, todo esto comparado con el frijol Blanco Nema que es tolerante a las altas temperaturas de la costa y por ende tolerante a la incidencia de nematodos y hongos (*Fusarium oxysporum*), mostrando diferencias significativas entre variedades.

Según los datos promedios de los tratamientos en estudios se observa en el **cuadro 13**, para los tratamientos Canario 2000 INIA, se registró una tendencia a mayor número de vainas por inflorescencia en referencia a los tratamientos de la variedad Blanco Nema, lo que confirma que los resultados generando por este componente de rendimiento se da por efecto varietal.

4.1.5. Número de vainas por planta

En el **cuadro 10**, se observa en el análisis de varianza, diferencias significativas para el factor de variedades de frijol, no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, abonos orgánicos y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad). El coeficiente de variabilidad es de 17.80% el cual es considerado bueno según Calzada (1982), los resultados son confiables, dado el buen manejo de campo experimental y la precisión en la toma de datos.

Se observa en el **cuadro 11**, que para el factor abono orgánico no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, pero según el trabajo realizado en soya por Jiménez (1996), citados por Median y Ramírez (2010), pudo observar en un estudio realizado que el mayor número de vainas por plantas se visualizó para el nivel de humus de lombriz, lo que confirma en el experimento realizado la tendencia de obtener mayores resultados con el tratamiento humus de lombriz, pero no se encontró diferencias significativas por tener el suelo buena disponibilidad de fósforo y potasio según el análisis físico y químico del suelo (**Anexo 11**) y que la deficiencia en nitrógeno puede ser compensado por su metabolismo de establecer simbiosis con las bacterias fijadoras de nitrógeno, además los abonos orgánicos no liberan grandes cantidades de nutrientes para el cultivo inmediatamente después de su aplicación si no que primero le sirve de alimentos a los microorganismos, responsables de convertir los nutrientes en forma asimilables para las plantas (Altieri, 1995), lo mencionado confirma por qué no se encontró diferencias significativas entre los niveles de abonos orgánicos aplicados en este experimento.

En el **cuadro 12**, se observa diferencias significativas a nivel de factor varietal, siendo características propias de las variedades influenciados por la temperatura ambiental según el experimento realizado.

Según los datos promedios de los tratamientos en estudios se observa en el **cuadro 13**, que los resultados de los tratamientos Canario 2000 INIA, y de los tratamientos Blanco Nema fueron superior a el estudio realizado por Yánac (2018), en el tratamiento canario 2000 con 100kg de nitrógeno con 25.83 vainas por planta y Blanco Larán, con 100 kg de nitrógeno con 19 vainas por planta. Además, los tratamientos Canario 2000 INIA, se registró una tendencia ha mayor número de vainas por planta en referencia a los tratamientos Blanco Nema, lo que muestra que los resultados obtenidos se dieron por los efectos de variedad de frijol.

4.1.6. Longitud de vainas (cm)

En el análisis de varianza (**cuadro 10**), se observa diferencias significativas para el factor variedad de frijol, no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, factor abonos orgánico y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad). El coeficiente de variabilidad es 2.9% demuestra que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

En el **cuadro 11**, para el factor abono orgánico se observa que la gallinaza aplicado en este experimento muestra una tendencia superior a los demás tratamientos en la longitud de vainas, esto se da por presentar mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio según el análisis de suelo en referencia a los otros abonos, esto corrobora lo citado por Estrada y Peralta (2004), quienes mencionan que la gallinaza es un fertilizante relativamente concentrado y de rápida acción el periodo transcurrido desde su aplicación hasta la floración del cultivo, es tiempo suficiente para que se produzca una mineralización y por consiguiente una aportación de nutrimentos que pueda coincidir con el periodo de mayor demanda de nutrientes. Además, el estiércol de gallina presenta una relación carbono nitrógeno más bajo (**cuadro 7**) comparado al estiércol de vacuno lo que facilita en el suelo un mayor equilibrio en la liberación de nitrógeno mineralizado y el contenido de carbono en el suelo.

Según los datos promedios de los tratamientos en estudios se observa en el **cuadro 13**, que el tratamiento Blanco Nema, con gallinaza registra una tendencia ha mayor longitud de vainas por planta 15.18 cm comparación con los resultados hallados por Yanac (2018), para

el tratamiento Blanco Larán, con 30kg de nitrógeno con 14.2 cm, valores más representativos de comparación entre lo orgánico e inorgánico. Además, superan a los valores que registró Cerón (2016), para la variedad canario PLVI/1-3, con un promedio de 11.78cm, a la variedad Blanco molinero con 14.65cm que fueron desarrollado en condiciones de costa central.

En el **cuadro 12**, de comparación de medias de Duncan se encontró diferencias estadísticas significativas en el factor variedad, por presentar unas características morfológicas propias de cada variedad de frijol como se puede observar en el anexo 01(foto 07). La diferencia en las características morfológicas lo corrobora por lo mencionado por Singh y Voyses (1996), que la variedad Blanco Nema, proviene de las cruza de las líneas BAT 1576, NAG 39, BAT 1297, H 376 F, Y A211, en cruza con grano amarillo, blanco y bayo de altos rendimientos, la línea Nema 89022, que tienen una gran dimensión en la longitud de las vainas.

4.1.7. Ancho de vaina (cm)

En el **cuadro 10**, muestra el análisis de varianza (ANVA), se observa diferencias significativas para el factor variedad de frijol en este experimento, no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, factor abonos orgánico y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad). El coeficiente de variabilidad es 2.9% demuestra que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

De acuerdo a la prueba de Duncan, de comparación de medias de los tratamientos en el **cuadro 11**, se observa para la característica ancho de vainas que para el factor abono orgánico todos los tratamientos son semejantes, por lo que se puede mencionar según lo observado en el **cuadro 12**, que la característica morfológica de ancho de vaina es propia de cada variedad, no siendo influenciados por el factor abono orgánico en este experimento.

Según los datos promedios de los tratamientos en estudios se observa en el **cuadro 13**, que para la variable ancho de vainas las dos variedades se encuentran dentro del nivel anchura media (6-10 mm) según la guía de clasificación editado por (SEGARPA y SNICS, 2017).

4.1.8. Peso de 100 granos (gr)

Según el análisis de varianza (**cuadro 10**) se observa diferencias significativas para el factor variedad de frijol y no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, factor abonos orgánico, para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad). El

coeficiente de variabilidad es 6.31% el cual demuestra que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

Según lo observado en el **cuadro 10**, se puede mencionar que el peso del grano de semilla no ha sido influenciado significativamente por la aplicación de abonos orgánicos en este experimento, lo mencionado se da por la disponibilidad progresiva y lenta del abono orgánico para las variedades de frijol. Pero en el **cuadro 11**, se observa que existe una mayor influencia representativa del guano de cuy en relación a los demás abonos esto debido a el contenido de mayor porcentaje de potasio según el análisis de laboratorio (**cuadro 7**), corroborado por Alba (1963), citado por Mosquera (2004), indica que el potasio es un elemento muy valioso para los cultivos de leguminosas de todas las clases, el buen aspecto general de la planta y su vigor dependen de la existencia en el suelo de una proporción adecuada de potasio asimilable, es esencial para la formación de almidón y la transformación de azúcares por lo tanto formación de grano y peso final.

Según los resultados que se muestra en el **cuadro 12**, se puede mencionar que los caracteres genéticos determinaron la característica presentada para la variedad Blanco Nema y Canario 2000 INIA, no siendo influenciado por las condiciones ambientales (abonos orgánicos) para este experimento y por no existir la interacción de los dos factores (variedad y abonos), lo cual es reforzado por Díaz (2004), menciona que el peso del grano es una función de su ritmo de crecimiento y de la duración del período de llenado. Ambos atributos están gobernados genéticamente (depende de la variedad) y varían de acuerdo a las condiciones ambientales. Además, esta variable demuestra la capacidad que tienen las plantas de translocar los nutrientes acumulados en el tallo (durante el desarrollo vegetativo) al grano en la etapa reproductiva (Cajina, 2001).

4.1.9. Rendimiento de grano (kg /ha)

En el **cuadro 10**, se muestra el análisis de varianza (ANVA), donde se observa diferencias significativas para el factor variedad de frijol, no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, factor abonos orgánico y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad), presentando un coeficiente de variabilidad de 16.85% el cual es considerado bueno según Calzada (1982), demuestra que los resultados son confiables.

Según lo mencionado por Alvarado (2000), el rendimiento del grano es la variable principal de cualquier cultivo y determina la eficiencia con que la planta hace uso de los recursos

existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad. Está determinado por el genotipo del cultivo, ecología y manejo que se le dé al cultivo tomando muy en cuenta una buena fertilización y los resultados obtenidos en el experimento donde la aplicación de abono no tuvo un efecto significativo (**cuadro 11**), debido a la lenta disponibilidad inmediata de nutrientes de los abonos, y a que el suelo en el cual se instaló el experimento tiene alto contenido de P, K y bajo en N, no obstante el frijol puede realizar simbiosis con las bacterias que aportan nitrógeno a las variedades y la aplicación de los abonos orgánicos no liberan en forma inmediata los nutrientes necesarios para las plantas y puede que los rendimientos de las variedades es más por efecto del genotipo, lo cual indica diferencias significativas en el factor variedad de frijol (**cuadro 12**).

Según Camarena *et al.* (2009), el rendimiento es la expresión última de los procesos de acumulación de materia seca y su reparto en la planta. La acumulación de materia seca es una secuencia directa del balance entre la fotosíntesis, respiración y las pérdidas debidas a la senescencia y la abscisión. En este experimento los procesos fisiológicos, se vieron afectados por la elevada temperatura (meses de diciembre y enero) debido a que se realizó una siembra tardía, siendo más afectada la variedad Canario 2000 INIA, alcanzando un rendimiento promedio de 1,599.1 kg/ha y no alcanzó los rendimientos esperados de 2,500 kg/ha, lo mencionado es corroborado por White (1985), quienes afirman que temperaturas mayores a 27°C afectan el rendimiento en frijol y Lara (2015), indica que el aumento de la temperatura puede afectar el proceso de llenado de vaina y madurez del cultivo, ya que se puede acortar el proceso de madurez, su ciclo biológico y su etapa reproductiva, ocasionando una disminución en el rendimiento económico del cultivo.

Según Voysest (1985), son muchos los factores que condicionan el rendimiento, por esta razón la evaluación tiene que considerar el ambiente específico (salinidad de suelo, temperatura y la humedad relativa) en el cual se realiza el cultivo ya que los valores altos y bajos reflejan las posibilidades reales del genotipo según las condiciones presentes.

El rendimiento promedio en grano seco para la variedad de frijol canario 2000 INIA, es de 1,737 kg/ha y el rendimiento máximo alcanzado es de 2,590 kg /ha (Camarena, *et al.*, 2009), según lo mencionado encontramos que el rendimiento en el experimento es menor (1,599.1 kg/ha), esto debido a que el experimento se realizó en condiciones climáticas de temperatura altas que alcanzaron 30°C afectando los componentes de rendimientos del frijol Canario 2000 INIA, en comparación del frijol Blanco Nema que alcanzó los límites de rendimiento

máximo con 2,470.6 kg/ha lo cual puede ser que esta variedad es tolerantes a las altas temperaturas que se registran en la costa central y suelos con presencia de enfermedades fitopatógenas(*fusarium oxysporum*, *rhizoctonia solani*) y otras que aumentan su proliferación en relación a temperaturas altas.

El tratamiento sin abono presentó 2,080.8 kg/ha, una tendencia superior a los tratamientos con gallinaza y estiércol de vacuno esto se debe a la presencia de mayor contenido de sales en los abonos de gallina, vacuno, y con un suelo de 2.91dS/m de conductividad eléctrica(CE), estos resultados confirman Bayuelo-Jiménez *et al.* (2002), citados por Quintana *et al.* (2016), el frijol común es sensible a la salinidad, ya que puede reducir su rendimiento hasta en un 50%, cuando se presenta una conductividad eléctrica (CE) del suelo, mayor o igual a 2dS/m, equivalente a 20mM NaCl.

En el **cuadro 13**, se observa que el tratamiento humus de lombriz presenta un rendimiento de 2,729.41 kg/ha resultado mayor comparado con los tratamientos estiércol por presentar mayor disponibilidad de nutrientes en el momento de desarrollo vegetativo del frijol y mejora las propiedades físicas del suelo, como mayor retención de humedad, mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC) menor presencia de sales, comparado con los otros abonos utilizado en el experimento. Lo que refuerza lo mencionado por Camarena *et al.* (2009), que el frijol posee dos periodos de absorción con alta demanda de este nutriente, la diferencia del botón floral y el fin de la floración e inicio de formación de vainas, la mayor acumulación de se produce en la floración. Los trabajos concuerdan que el nitrógeno y el potasio son los nutrientes más absorbidos y exportados.

4.1.10. Índice de cosecha (%)

En el análisis de varianza (**cuadro 10**) se observa diferencias significativas para el factor variedades de frijol, no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques, factor abonos orgánicos y para la interacción de los dos factores (abonos orgánicos y variedad). El coeficiente de variabilidad es 13.58% demuestra que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

Según Camarena *et al.* (2009), los valores para el frijol normalmente están entre un rango de 0.5 a 0.6, índice más bajo, indica una pobre formación de vainas o semillas en relación con el desarrollo vegetativo del cultivo. En el experimento se pudo visualizar un mayor desarrollo de follaje en comparación de cultivos cuando se desarrolla en épocas de menores

temperaturas (invierno, primavera), lo que se refuerza con los datos obtenidos que presentan un índice inferior al rango establecido, encontrándose diferencias significativas solo para el factor varietal debido a que una variedad se adapta mejor a las condiciones de altas temperatura siendo representada por la variedad Blanco Nema.

Se reporta que los mayores rendimientos de leguminosas se obtienen en zonas con temperaturas entre los 18 y 24°C; temperaturas mayores de 27°C producen caídas de flores y reducen el número de granos en la vaina (White, 1985), lo mencionado confirma que la temperatura tuvo efecto negativo sobre la formación de vainas o semillas en el experimento realizado por presentar temperatura mayor a 27°C.

En el **cuadro 13**, el promedio más alto de índice de cosecha fue alcanzado por el tratamiento Blanco Nema, con humus de lombriz pero no fue superior al índice de cosecha mencionado por Camarena *et al.* (2009), esto se debe a las condiciones de temperaturas que alcanzaron los 30°C en los meses de diciembre y enero, generando disminución en rendimiento de semilla, lo cual es corroborado por lo mencionado por Monterroso y Wien (1990), citado por Lara (2015), que el frijol crece en temperatura promedio de 15 a 27 °C, con una gran amplitud entre variedades, siendo la temperatura óptima de 25°C. Pero las altas temperaturas afectan la fenología y el rendimiento de semilla.

4.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO FISIOLÓGICOS

En el **cuadro 14**, se presentan los resultados de cada una de las principales variables morfo fisiológicas del cultivo de frijol en estudios, con respecto a los efectos de los abonos orgánicos, efecto de variedad y efecto de interacción de factores en sus diferentes niveles y en el cuadro 15 se aprecia los resultados de la prueba de comparación de medias de los tratamientos en estudio.

Cuadro 14. Análisis de varianza de componentes de rendimiento morfo fisiológicas evaluadas en dos variedades de frijol con cuatro fuentes de abonos orgánicos

Fuente de Variación	G.L	Días a la prefloración	Días a la floración	Días a la formación de vainas	Días a llenado de vainas	Días a la maduración fisiológica	Días a la madurez de cosecha
Bloques	2	0.233 N.S.	0.1 N.S.	16.233 N.S.	1.633 N.S.	0.0 N.S.	0.133 N.S.
Abonos	4	1.05 **	0.217 **	14.05 N.S.	0.383 N.S.	9.867 N.S.	6.2 N.S.
Variedad	1	202.8 **	1763.333 **	1032.533 **	616.533 **	76.8 **	120 **
Abonos x Variedad	4	1.383 **	0.083 N.S.	18.617 N.S.	0.117 N.S.	3.467 N.S.	1.667 N.S.
Error	18	0.159	0.248	17.678	0.448	4.148	2.652
Total	29						
C.V.(%)		0.952	0.947	6.923	0.969	2.448	1.706
Promedio		41.933	52.6	60.733	69.067	83.2	95.467

Significación estadística: * (0.01<p<0.05), ** (p<0.01).

No significativo: N.S.

C.V. = Coeficiente de Variabilidad.

Cuadro 15. Prueba de comparación de medias según Duncan, a los efectos del abono orgánico

Días a la prefloración	Días a la floración	Días a la formación de vainas	Días a Llenado de vainas	Días a la maduración fisiológica	Días a la madurez de cosecha
A5 42.50 a	A5 53.67 a	A5 63.17 a	A5 69.33 a	A4 84.6 a	A3 96.67 a
A2 42.00 ab	A4 53.33 a	A3 61.33 a	A4 69.33 a	A2 84.00 ab	A4 96.00 ab
A3 42.00 ab	A3 53.00 a	A1 59.83 a	A2 69.00 a	A3 83.33 ab	A2 95.67 ab
A4 41.83 a	A2 53.00 a	A2 59.67 a	A3 68.83 a	A5 82.67 ab	A1 95.00 ab
A1 41.33 c	A1 52.17 b	A4 59.67 a	A1 68.83 a	A1 81.33 b	A5 94.00 b

A1: Humus de Lombriz; A2: Estiércol de Vacuno; A3: Gallinaza; A4: Estiércol de Cuy; A5: Sin Abono.

Cuadro 16. Prueba de comparación de medias según Duncan, de las variedades de frijol

Días a la prefloración	Días a la floración	Días a la formación de vainas	Días a Llenado de vainas	Días a la maduración fisiológica	Días a la madurez de cosecha
V2 44.53 a	V2 59.80 a	V2 66.6 a	V2 73.60 a	V2 84.80 a	V2 97.47 a
V1 39.33 b	V1 46.27 b	V1 54.87 b	V1 64.53 b	V1 81.60 b	V1 93.47 b

V1: Blanco Nema; V2: Canario 2000 INIA.

Cuadro 17. Resultados promedios de las variables de rendimiento en estudio

Variedades	Abonos orgánicos	Días a la prefloración	Días a la floración	Días a la formación de vainas	Días a llenado de vainas	Días a la maduración fisiológica	Días a la madurez de cosecha
Blanco Nema	Humus de Lombriz	38	45	53	64	80	93
	Estiércol de Vacuno	39	46	52	65	81	93
	Gallinaza	39	46	56	64	83	94
	Estiércol de Cuy	40	47	53	65	83	94
	Sin Abono	40	47	60	65	81	93
Canario 2000INIA	Humus de Lombriz	44	59	67	73	83	97
	Estiércol de Vacuno	45	60	67	73	87	98
	Gallinaza	45	60	66	73	84	99
	Estiércol de Cuy	44	60	67	74	87	98
	Sin Abono	45	60	66	74	84	95
Promedio		41.93	53.03	60.73	69.07	83.20	95.47

4.2.1. Días a la prefloración

En el análisis de varianza (**cuadro 14**) se observa que no presentan diferencias significativas para fuente de bloques y presentándose diferencia significativa para las fuentes; abonos orgánicos, variedad de frijol e interacción de factores. El coeficiente de variabilidad es de 0.95% el cual es considerado muy bueno según calzada (1982), los resultados son confiables y demuestran un buen manejo de campo experimental y una buena precisión en la toma de datos de campo.

La prefloración con humus de lombriz se alcanzó en menos días, en comparación a los otros abonos aplicados en el experimento esto debido a la riqueza en micro elementos el humus de lombriz roja californiana es uno de los fertilizantes más completos ya que mejora las condiciones del suelo, reteniendo la humedad y aumentando la capacidad de retención de agua, propiciando y acelerando las etapas de germinación, floración y llenado de vainas en leguminosas (Perea *et al* 2000, citado por Ortiz 2010). Además, Rodríguez (1991), menciona que los residuos orgánicos, se ven sometidos a un proceso de transformación esencialmente microbiana de dos vías, la mineralización y la humificación. Estos dos procesos se han dado solo para el humus de lombriz, antes de su incorporación al suelo, presentando amonio producto de la mineralización y sustancias húmicas (ácido húmicos, ácido fúlvicos y huminas) producto de la humificación, mientras que los otros abonos orgánicos deben ocurrir los procesos de degradación en el suelo para hacer disponible los nutriente para las plantas, corroborando lo observado en el experimento (**cuadro 20**), que el humus de lombriz contribuye de manera significativa a la mayor precocidad de la prefloración en referencia a los otros abonos orgánico (estiércol de vacuno, estiércol de cuy, gallinaza) y testigo, para las variedades Blanco Nema y Canario 2000 INIA.

En muchas especies diferentes a las leguminosas, las variaciones fenotípicas observadas en una población es la consecuencia del efecto de factores genéticos, factores ambientales y de la interacción entre genotipos y el ambiente. En las leguminosas esto es más complejo: la planta puede suplir una parte de sus necesidades de nitrógeno, gracias a la fijación simbiótica (Camarena, *et al.*, 2009). Por lo que se puede mencionar según los resultados observado en el **cuadro 21**, la variedad de Blanco Nema, mostro mayor precocidad comparado a la variedad Canario 2000 INIA, por la capacidad que tiene para aprovechar mejor las condiciones ambientales que genera la presencia de humus de lombriz y compensar la deficiencia que puede tener este abono orgánico.

Cuadro 18. Análisis de varianza de la variable prefloración evaluada del cultivo de frijol

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	Fcal	Pr > F	Signif Est.
Bloques	2	0.4666667	0.2333333	1.47	0.2573	N.S.
Abonos	4	4.2	1.05	6.59	0.0019	**
Variedad	1	202.8	202.8	1273.4	<.0001	**
Abonos x Variedad	4	5.5333333	1.3833333	8.69	0.0004	**
Error	18	2.8666667	0.1592593			
Total	29	215.8666667				
C.V.(%)	0.952					
Promedio	41.933					

Cuadro 19. Análisis de varianza de efectos simples de la variable prefloración evaluada del cultivo de frijol

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	Fcal	Pr > F	Signif Est.
V en a1	1	54	54	339.07	<.0001	**
V en a2	1	54	54	339.07	<.0001	**
V en a3	1	42.666667	42.666667	267.91	<.0001	**
V en a4	1	20.166667	20.166667	126.63	<.0001	**
V en a5	1	37.5	37.5	235.47	<.0001	**
A en v2	4	6	1.5	9.42	0.0003	**
A en v2	4	3.733333	0.933333	5.86	0.0034	**
Error	18	2.8666667	0.1592593			

Cuadro 20. Comparación de medias según Duncan, de la interacción de abonos orgánicos en la variedad Blanco Nema y Canario 2000

INIA

Tratamientos	Promedio(días)	Duncan	Tratamientos	Promedio(días)	Duncan
Blanco Nema Sin Abono	40.00	a	Canario 2000 INIA Sin Abono	45.00	a
Blanco Nema en Estiércol de Cuy	40.00	a	Canario 2000 INIA con Estiércol de Vacuno	45.00	a
Blanco Nema en Gallinaza	39.33	ab	Canario 2000 INIA en Gallinaza	44.67	a
Blanco Nema en Estiércol de Vacuno	39.00	abc	Canario 2000 INIA en Humus de lombriz	44.33	ab
Blanco Nema en Humus de lombriz	38.33	c	Canario 2000 INIA Estiércol de Cuy	43.67	b

Cuadro 21. Comparación de medias según Duncan, de la interacción de variedades de frijol en los abonos orgánicos

Tratamientos	Promedio(días)	Duncan
Humus de Lombriz con Canario 2000 INIA	44.33	a
Humus de Lombriz con Blanco Nema	38.33	b

Tratamientos	Promedio(días)	Duncan
Guano de Gallina con Canario 2000 INIA	44.667	a
Guano de Gallina con Blanco Nema	39.333	b

Tratamientos	Promedio(días)	Duncan
Sin Guano con Canario 2000 INIA	45.00	a
Sin Guano con Blanco Nema	40.00	b

Tratamientos	Promedio(días)	Duncan
Guano de Vacuno con Canario 2000 INIA	45.00	a
Guano de Vacuno con Blanco Nema	39.00	b

Tratamientos	Promedio(días)	Duncan
Guano de Cuy con Canario 2000 INIA	43.67	a
Guano de Cuy con Blanco Nema	40.00	b

4.2.2. Días a la floración

La evaluación de la variable de estudio se dio inicio a los 45 días después de la siembra y finalizando a los 61 días después de la siembra. En el **cuadro 14**, se presenta los resultados de la variable morfo fisiológica respecto a floración del cultivo del frijol, al realizarse el análisis de varianza (ANVA) se observa diferencia significativa para fuentes de abonos orgánicos y fuente de variedad de frijol, no presentan diferencias significativas tanto para fuente de bloques como fuentes de interacción y el experimento muestra un coeficiente de variabilidad de 1.02% que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

La aplicación de abonos orgánicos de fácil disponibilidad de nutrientes es importante para la formación de flores y vainas que puede contribuir a acortar el periodo vegetativo de la planta. Así Jácome (2011), plantea que, en la etapa de floración, la prioridad es destinar mayor cantidad de carbohidratos a las flores, para que los gineceos se transformen y desarrollen en vainas normales con un alto número de semillas. También Rodríguez (1991), menciona que los efectos directos se relacionan con la absorción de las sustancias húmicas por las plantas cultivadas y los cambios que promueven en el metabolismo de las mismas, lo cual finalmente puede reflejarse en una mayor tolerancia de la planta al estrés ambiental y una mejor producción y calidad en las cosechas.

Por la disponibilidad nutrientes que ofrece el humus de lombriz en relación a las otras fuentes estudiadas en el experimento facilita la acumulación de materia seca, lo que contribuye en el desarrollo de la planta con un periodo vegetativo más precoz ya que aporta los nutrientes en la etapa requerida en la etapa requerida por el frijol como se observa en el **cuadro 15**, estos resultados coinciden con lo planteado por Camarena *et al.* (2009), la mayor acumulación de materia seca se produce en la floración (R6), y también ocurre la mayor acumulación de nutrientes y con esta cantidad de nutrientes absorbidos, la planta puede expresar niveles aceptables de productividad.

4.2.3. Días a formación de vainas

En el análisis de varianza **cuadro 14** se observa que existen diferencia altamente significativa en la fuente de variedad de frijol. Asimismo, no presentan diferencias significativas tanto para fuente de bloques, fuentes de abonos orgánicos, fuentes de interacción de factores (abonos orgánicos y variedad de frijol), El experimento presentó un

coeficiente de variabilidad de 6.93% el cual es considerado bueno según Calzada (1982), los resultados son confiables.

Los datos promedios de los tratamientos en estudios se observan en el **cuadro 16**, donde Blanco Nema, con estiércol de vacuno registró mayor precocidad con 52 días desde la siembra hasta la presencia del 50% de plantas que presentan esta característica de formación de vainas y el más tardío con 60 días se registró para el tratamiento Blanco Nema, con testigo (sin abono) a la respuesta en la variedad y para el Canario 2000 INIA, con gallinaza precocidad con 66 días desde la siembra hasta la presencia del 50% de plantas que presentan esta característica de formación de vainas. Los resultados obtenidos muestran que la diferencia significativa encontradas están dado por las variedades de frijol y el ambiente del cultivo (la presencia de temperatura altas (30°C)).

4.2.4. Días a llenado de vainas

Según los datos del anexo (**ver anexo 15**), se puede observar que la presencia de llenado de vainas se da entre los 64 a 75 días después de la siembra, en el **cuadro 14**, para la variable llenado de vaina, con respecto a los efectos a la aplicación de abono orgánico y efecto de variedad para el análisis de varianza (ANVA) se observa la presencia de diferencias altamente significativas para fuentes de variedad de frijol y no presentan diferencias significativas tanto para fuentes de abonos orgánicos, como para fuente de bloques y fuente de interacción de factores (abono orgánico y variedad de frijol). El experimento presentó un coeficiente de variabilidad de 0.95% que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

Según los datos promedios de los tratamientos en estudios se observa en el **cuadro 17**, que el tratamiento Blanco Nema, con humus de lombriz registró mayor precocidad para la característica llenado de vainas con 64 días desde la siembra hasta el 50% de plantas que presentan esta característica y para el tratamiento Canario 2000INIA, con humus de lombriz registró mayor precocidad para la característica llenado de vainas con 73 días desde la siembra hasta el 50% de plantas que presentan esta característica. Los resultados muestran una tendencia de que la presencia de humus de lombriz en un cultivo puede contribuir a la precocidad del frijol.

La precocidad del frijol puede estar determinado por factores genéticos, ambientales y la interacción de genotipo por ambiente, el resultado obtenido muestra diferencias significativas entre las dos variedades siendo más precoz la variedad Blanco Nema, como resultado a mejor adaptación a las condiciones climáticas de altas temperaturas registrados (**cuadro 16**).

4.2.5. Días a madurez fisiológica

La evaluación de madurez fisiológica, se dio inicio a los 80 días y finalizando 88 días después de la siembra (ver **anexo 15**), con la información obtenida se elaboró el **cuadro 14**, el análisis de varianza (ANVA) donde se observa que existe diferencias significativas para fuente de variedad de frijol y no presentan diferencias significativas para fuente de bloques, fuentes de abonos orgánicos y fuentes de interacción de los dos factores (abono orgánico y variedad de frijol). El coeficiente de variabilidad es 2.45% demuestra que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

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. Este momento se conoce con el nombre de madurez fisiológica donde el grano alcanza su máximo tamaño. De ahí para adelante la planta entra en el proceso de secado, durante el cual se produce una pérdida uniforme y natural de la humedad del grano hasta niveles en que se puede considerar seco (FAO, 2018). El periodo de madurez fisiológico es propio de cada variedad lo cual el tiempo puede acortarse o acelerar por influencias de la temperatura lo que se puede observar en el estudio realizado donde solo se encontró diferencias estadísticas a nivel variedad de frijol.

En el experimento el aumento de la temperatura puede ser afectado el proceso de madurez del cultivo, ya que se puede acortar el proceso de madurez, su ciclo biológico y su etapa reproductiva coincidiendo lo mencionado por (Lara, 2015). Además, a la buena disponibilidad de nutrientes que facilita el humus de lombriz se obtuvo como resultado en las comparaciones de medias de Duncan (**cuadro 15**), el periodo vegetativo más corto en relación con los abonos estiércol de cuy, vacuno, gallinaza y testigo.

Según los datos promedios de los tratamientos en estudios se observa en el **cuadro 17**, que el tratamiento Blanco Nema, con humus de lombriz registro mayor precocidad para la característica madurez fisiológica con 80 días desde la siembra hasta el 50% de plantas que

presentaron esta característica y para el tratamiento Canario 2000 INIA, con humus de lombriz registró mayor precocidad con 81 días desde la siembra hasta el 50% de plantas que presentaron maduras fisiológica, mientras que Yánac (2018), encontró que el tratamiento Blanco Larán Mejorado, con 30kg N registró el mayor número 108 días, y siendo ésta misma variedad con 100 kg N tuvo un número 93 días y para el tratamiento Canario 2000, con 30 kg N registró 104 día y con 100 kg de N tuvo un número de 96 días en condiciones de los meses de invierno. Por los resultados encontrados podemos afirmar que la buena disponibilidad de los nutrientes puede acortar el proceso fisiológico del cultivo de frijol.

4.2.6. Días a madurez de cosecha

Según los datos del anexo (**ver anexo 15**), se puede observar que la madurez de cosecha se da entre los 92 a 102 días después de la siembra, en el **cuadro 14**, para la variable madurez de cosecha, con respecto a los efectos a la aplicación de abono orgánico, en el análisis de varianza (ANVA) se observa diferencias significativas entre variedades de frijol, no presentando diferencias significativas tanto para abonos orgánicos, como para fuente de bloques e interacción entre factores (abono orgánico y variedad de frijol), por lo que se puede mencionar que los abonos orgánicos no alteran la variable madurez de cosecha. El coeficiente de variabilidad es de 1.71% el cual es considerado bueno según Calzada (1982), los resultados son confiables.

Según los datos promedios de los tratamientos en estudios se observa en el **cuadro 17**, que en el tratamiento Blanco Nema, con testigo (sin abono) se registró mayor precocidad con 93 días desde la siembra hasta la cosecha, seguido de humus de lombriz. Para el tratamiento Canario 2000 INIA, sin abono se registró mayor precocidad con 95 días, seguido por el tratamiento humus de lombriz con 97 días desde la siembra a la cosecha. Yánac (2018), evaluo el Blanco Larán, mejorado con 30kg N registró el mismo número que la variedad Canario 2000, con 60kg de N de 116 días, y la variedad Blanco Larán Mejorado con 100kg de N tuvo el menor número de 108 días, seguido por la variedad Canario 2000 con 100kg de N que registró 109 días, con siembra en el mes de junio. Según los dos reportes se puede indicar que la falta de abonos orgánicos acorta los días a madurez de cosecha, debido a la deshidratación y ataque de patógenos que sufre las plantas en condiciones de temperaturas de verano. Ríos *et al.* (2003), indican que la combinación y utilización de diferentes fuentes de materiales orgánico de origen vegetal animal han conducido a mejorar la calidad del suelo, permite que se incrementa la población de microorganismos saprofitos, que actúan como antagonistas de los microorganismos del suelo que causan enfermedades.

Según Camarena *et al.* (2009), indican que la variedad Canario 2000 INIA, alcanza la madurez de cosecha a los 120 días después de la siembra, para condiciones de costa central con siembra estacional de junio a setiembre. La siembra experimental se realizó a fines de octubre generando como resultado en el estudio realizado, que la precocidad en la madurez de la cosecha es predominada por características propias de la variedad de efecto genético y muy influenciado por el medio ambiente (temperatura y salinidad).

4.3. LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICA DEL CULTIVO DE FRIJOL

En el **cuadro 22**, se presentan los resultados de cada una de las principales variables morfofisiológicas del cultivo de frijol en estudios, con respecto a los efectos de los abonos orgánicos, efecto de variedad y efecto de interacción de factores en sus diferentes niveles.

Las variedades para consumo en grano seco predominante en el Perú, que son comercializados son color blanco, tipo alubia, canario, bayo, caraota, panamito, tanto de tipo I, III, IV. Variando el periodo vegetativo de 105 a 270 días (Camarena *et al.*, 2009).

Cuadro 22. Etapas de desarrollo fenológico del frijol de los tratamientos en estudio

Variedad	Abonos	Fase Vegetativa				
		V0 Germinación	V1 Emergencia	V2 Hojas primarias	V3 Primera hoja trifoliada	V4 Tercera hoja trifoliada
Blanco Nema	Humus de Lombriz	0	8	10	17	24
	Estiércol de Vacuno	0	8	10	18	24
	Gallinaza	0	6	10	18	24
	Estiércol de Cuy	0	8	10	18	25
	Sin Abono	0	8	10	18	24
	Humus de Lombriz	0	6	9	15	24
Canario 2000 INIA	Estiércol de Vacuno	0	7	10	16	24
	Gallinaza	0	7	10	16	25
	Estiércol de Cuy	0	7	10	17	25
	Sin Abono	0	7	10	15	25
	Humus de Lombriz	0	6	9	15	24

Continuación.....

			Fase Reproductiva				
Variedad	Abonos		R5	R6	R7	R8	R9
			Prefloración	Floración	Formación de vainas	Llenado de vainas	Madurez
Blanco Nema	Humus de Lombriz	de	38	45	53	64	80
	Estiércol Vacuno	de	39	46	52	65	81
	Gallinaza		39	46	56	64	83
	Estiércol de Cuy		40	47	53	65	83
	Sin Abono		40	47	60	65	81
	Humus de Lombriz	de	44	59	67	73	83
Canario 2000 INIA	Estiércol Vacuno	de	45	60	67	73	87
	Gallinaza		45	60	66	73	84
	Estiércol de Cuy		44	60	67	74	87
	Sin Abono		45	60	66	74	84

4.3.1. Germinación (V0)

La etapa V0 se inició el 22 de octubre para las dos variedades, encontrándose el campo apto para dar inicio la siembra, generando las condiciones donde la semilla absorbe agua y ocurre en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones.

4.3.2. Emergencia (V1)

Las evaluaciones se realizaron según el estado de desarrollo vegetativo que se dio inicio a 6 días después de la siembra, se registró cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo, se considera esta etapa cuando el 50% de las plantas presentan estas características.

4.3.3. Hojas Primarias (V2)

La evaluación para hojas primarias variable de estudio, se dio inicio a los 9 días después de la siembra, se puede observar en el **cuadro 22**, que la mayoría de los tratamientos se

registraron a los 10 días después de la siembra, se realizó el registro cuando las hojas primarias de la planta estuvieron desplegadas. En el cultivo se consideró realizar el registro contabilizando los días desde la siembra hasta cuándo 50% de las plantas presenta esta característica.

4.3.4. Primera Hoja Trifoliada (V3)

En el **cuadro 22**, se puede observar que la presencia de las primeras hojas trifoliada se da entre los días 15 a 18 días después de la siembra, mostrando mayor precocidad para los tratamientos humus de lombriz para las dos variedades de frijol.

Se puede mencionar que por la característica de los abonos que presentan, pueden influir en el desarrollo de las plantas, como es el caso del humus de lombriz que presentan beneficios químicos, biológicos y físicos a comparación de los abonos orgánico de gallina, cuy y vacuno que presentan una concentración elevada de sales y baja capacidad de retención y disponibilidad de agua por lo que son superados por el tratamiento sin abono.

4.3.5. Tercera Hoja Trifoliada (V4)

Se puede observar en el **cuadro 22**, que la presencia de la tercera hoja trifoliada se da entre los días 24 a 25 días después de la siembra para los tratamientos en estudio, no mostrando diferencias marcadas de precocidad, debido a que se realizó un manejo de riego adecuado para compensar la deficiencia de humedad producido por la calidad de abonos, intensificándose los riegos de manera general para compensar la deficiencia de humedad.

4.3.6. Prefloración(R5)

La evaluación para la variable prefloración, se dio inicio a los 38 días después de la siembra, observándose en el **cuadro 22**, que la variedad Blanco Nema, con humus de lombriz presento mayor precocidad con 38 días alcanzo el estado de prefloración, para los niveles de guano de cuy y sin abono alcanzaron el estado de prefloración a los 40 días, siendo el tratamiento más tardío. la variedad Canario 2000 INIA, con humus de lombriz y guano de cuy presentaron mayor precocidad con 44 días en referencia los niveles de guano de vacuno, guano de gallina y sin abono que alcanzaron el estado de desarrollo prefloración a los 45 días.

El humus de lombriz cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y bilógicas de los suelos, influyendo, potencializando a los cultivos, al incorporar

a la rizósfera nutrientes en forma inmediatamente asimilables, aumentando la porosidad y aireación del suelo, contribuyendo al infiltración y retención de agua y al desarrollo radicular y estimulando al bioactividad al tener los mismos microorganismos benéficos del suelo pero en mayor cantidad, creando un medio antagónico para algunos patógenos existentes (ADEX, 2002), por los beneficio que brinda el humus de lombriz es que tiene influencia en el desarrollo de las plantas.

4.3.7. Floración (R6)

En esta etapa de floración se observa que la variedad Blanco Nema, con humus de lombriz alcanzo el estado de desarrollo a los 45 días, siendo el tratamiento más precoz y la variedad Canario 2000 INIA, con humus de lombriz alcanzo a los 59 días mostrando precocidad en relación a los otros tratamientos que no mostraron diferencias marcadas. El estudio nos demuestra que la diferencia en precocidad se debe a los caracteres genéticos y la influencia del ambiente que puede estar relacionado con la presencia de abonos orgánicos con cierto grado de disponibilidad de nutrientes en forma inmediatamente asimilables, así como la mejora de la estructura del suelo.

4.3.8. Formación de vainas (R7)

Para la variable de estudio se registró un promedio de 55 días desde la siembra hasta el estado de formación de vainas para la variedad Blanco Nema y para la variedad Canario 2000 INIA, con 67 días promedio desde la siembra, observando la diferencia gobernado por los caracteres genético. La etapa formación de vainas (R7) termina cuando las vainas han alcanzado su máxima longitud, y esto ocurre en promedio de 12 días después de la floración (R6) durando la etapa de formación de vainas entre 10 a 15 días después de la floración CIAT (1983). Se registraron de 7 días para la variedad Canario 2000 INIA, y 9 días para la variedad Blanco Nema, desde la floración hasta la formación de vainas, siendo influenciado el acortamiento de días para las dos variedades por el cambio de temperaturas donde se registró una temperatura máxima de 30°C y temperatura mínima de 16.7°C para el mes de diciembre, lo que es bastante aceptable y favorable para aumentar la tasa fotosintética y transpiración de las plantas.

4.3.9. Llenado de vainas (R8)

Se registró un promedio; de 65 días para esta etapa, para la variedad Blanco Nema y 73 días para la variedad Canario 2000 INIA, no se registraron diferencias marcadas para los

tratamientos en estudios. El registro se llevó acabo contabilizando los días desde la siembra hasta 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 comienza a adquirir las características de la variedad. En el experimento se observa que las diferencias se dan por la influencia de los caracteres genéticos.

4.3.10. Madurez (R9)

Según Singh y Voysest (1996), la variedad Blanco Nema, es de porte arbustivo indeterminado (tipo II), de 115 días de periodo vegetativo y Camarena *et al.* (2009), menciona que la variedad Canario 2000 INIA, 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 después de la siembra. Por lo que se puede observar en el experimento que la variedad Blanco Nema, muestra mayor precocidad en relación con la variedad Canario 2000 INIA, como también en el experimento se observa mayor precocidad de las dos variedades en comparación a lo anterior mencionado por los autores, esto podría corresponder a que el experimento se desarrolló en condiciones de temperaturas elevadas donde se registró una temperatura media de 23.35°C en el mes de diciembre.

4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

4.4.1. Análisis de presupuesto parcial

Según el CIMMYT (1988), el paso inicial al efectuar un análisis económico de los ensayos en el campo es calcular los costos que varían entre tratamiento, en otras palabras, los costos relacionados a los insumos, los costos de aplicación, costo de plaguicida, transporte que varían de un tratamiento a otro. A este análisis económico se le llama análisis de presupuesto parcial.

Se realizó los análisis de los costos de producción, la valorización de la cosecha para cada uno de los niveles de estudios de cada factor, con la finalidad de obtener la rentabilidad y realizar las respectivas comparaciones.

Cuadro 23. Análisis de costo de producción, valoración de la cosecha y rentabilidad de rendimiento del frijol con cuatro fuentes de abono orgánicos

Análisis Económico de Rendimiento	Humus de Lombriz	Estiércol de Vacuno	Gallinaza	Estiércol de Cuy	Sin Abono
1. Resumen de Costo de Producción del Cultivo					
a) Gasto de cultivo (Mano de obra)	2,595.00	2,675.00	2,635.00	2,715.00	2,275.00
b) Gastos Especiales (maquinarias + insumos)	5,309.60	3,760.91	3,502.18	3,946.05	3,064.23
c) Gastos generales (Gastos administrativos)	395.23	321.80	306.86	333.05	266.96
d) Costo de producción Total	8,299.83	6,757.71	6,444.04	6,994.10	5,606.19
2. Valoración de la Cosecha					
a) Rendimiento Probable (kg/Ha)	2,235.70	1,868.80	1,900.20	2,088.70	2,080.80
b) Precio Promedio Venta Unitario	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
c) Valor Bruto de la Producción	14,532.05	12,147.20	12,351.30	13,576.55	13,525.20
3. Análisis Económico o Análisis de Rentabilidad					
a) Costo de Producción Total	8,299.83	6,757.71	6,444.04	6,994.10	5,606.19
b) Valor Bruto de la Producción (Ingreso Bruto)	14,532.05	12,147.20	12,351.30	13,576.55	13,525.20
c) Utilidad Bruta de la Producción (utilidad Neta)	6,232.22	5,389.49	5,907.26	6,582.45	7,919.01
d) Precio Promedio de Venta por Kilogramo	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
e) Costo de Producción Unitario (kg)	3.78	3.43	3.33	3.09	2.66
f) Margen de utilidad Unitario (kg)	2.72	3.07	3.17	3.41	3.84
g) Utilidad Neta Estimada	6,232.22	5,389.49	5,907.26	6,582.45	7,919.01
h) Índice de Rentabilidad (%):	75.09	97.75	91.67	94.11	141.25

Cuadro 24. Análisis de costo de producción, valoración de la cosecha y rentabilidad de rendimiento del frijol Canario 2000 INIA y Blanco Nema

Análisis Económico de Rendimiento	Blanco Nema	Canario 2000 INIA
1. Resumen de Costo de Producción del Cultivo		
a) Gasto de cultivo (Mano de obra)	2,579.00	2,579.00
b) Gastos Especiales (maquinarias + insumos)	3,970.35	3,862.83
c) Gastos generales (Gastos administrativos)	327.47	322.09
d) Costo de producción Total	6,876.82	6,763.92
2. Valoración de la Cosecha		
a) Rendimiento Probable (kg/Ha)	2,470.60	1,599.10
b) Precio Promedio Venta Unitario	5.00	8.00
c) Valor Bruto de la Producción	12,353.00	12,792.80
3. Análisis Económico o Análisis de Rentabilidad		
a) Costo de Producción Total	6,876.82	6,763.92
b) Valor Bruto de la Producción (Ingreso Bruto)	12,353.00	12,792.80
c) Utilidad Bruta de la Producción (utilidad Neta)	5,476.18	6,028.88
d) Precio Promedio de Venta por Kilogramo	5.00	8.00
e) Costo de Producción Unitario (kg)	2.71	4.11
f) Margen de utilidad Unitario (kg)	2.29	3.89
g) Utilidad Neta Estimada	5,476.18	6,028.88
h) Índice de Rentabilidad (%):	79.63	89.13

En el **cuadro 23**, se puede observar que el nivel humus de lombriz presenta mayor costo de producción o inversión para una campaña agrícola con S/ 8,299.83 por presentar mayor costo por la utilización del abono humus de lombriz, seguido de estiércol de cuy con S/ 6,994.10 de costo de producción. El tratamiento sin abono (testigo) con S/ 5,606.19, con menor gasto de inversión y con mayor gasto en mano de obra el tratamiento estiércol de cuy, para la aplicación del abono orgánico se necesita 11 operarios por hectárea, dentro de los abonos orgánicos que se requiere menos operarios para su aplicación se da para el humus de lombriz con la utilización de 8 operarios esto por una aplicación más práctica. Los gastos generales se obtienen del 5% de los costos directos (**ver anexo 9**).

El valor de la producción total se obtuvo a partir del rendimiento total, multiplicado por el costo unitario por kilogramo de frijol a precio de mercado de S/ 6.5, obteniendo mayor valor de cosecha para el tratamiento humus de lombriz con S/ 14,532.05, por ha seguido por el tratamiento estiércol de cuy (S/ 13,576.55 por ha) y sin abono (S/ 13,525.2 por ha).

La utilidad bruta de la producción se obtiene de la diferencia del costo de producción total con el valor bruto de la producción, presentando mayor utilidad el tratamiento sin guano (S/ 7,919.01 por ha) seguido del tratamiento estiércol de cuy (S/ 6,582.45 por ha). Como también el tratamiento sin abono presenta menor costo de producción de S/ 2.66 por kg en referencia al tratamiento humus de lombriz con mayor costo de producción de frijol de S/ 3.78 por kg, obteniéndose un mayor índice de rentabilidad para el tratamiento sin abono de 141.25% seguido de estiércol de cuy con 94.11% y el de menor índice de rentabilidad es el tratamiento humus de lombriz 75.09 % lo cual significa que por cada cien soles invertido se obtiene cierta cantidad de ganancia cuyo valor es representado en porcentaje.

Se observa en el **cuadro 24**, la comparación de rentabilidad entre dos tratamientos, presentando con mayor índice de rentabilidad el tratamiento Canario 2000 INIA, con 89.13% en referencia al tratamiento Blanco Nema, con 79.63%. El costo de producción se obtiene de la sumatoria de los gastos de cultivo (Mano de obra), gastos especiales (maquinaria, insumo) y gastos generales (gastos administrativos), marcando una diferencia en el costo de producción del frijol Canario 2000 INIA, con S/ 6,763.92 por ha, del frijol Blanco Nema, S/ 6,876.82 por ha, por presentar mayor costo de inversión en insumo (semilla) para Blanco Nema (**ver anexo 10**).

El valor bruto de la producción es el resultado del rendimiento (kg/ha) por unidad productiva multiplicado por el precio promedio de venta unitaria (kg) en chacra, obteniéndose mayor

valor bruto para Canario 2000 INIA, con S/ 12,792.80 por ha, en referencia al Blanco Nema con S/ 12,353.00 por ha, para esta evaluación se obtuvo un rendimiento de 1,599.10 kg/ ha, para Canario 2000 INIA y un costo de venta en chacra de S/ 8.00 por kg y para Blanco Nema, con un rendimiento de 2,470.60 kg/ha, y un costo de venta en chacra de 5.00 S/ . La utilidad neta se obtiene de la diferencia del valor bruto de la producción y el costo de producción, donde se puede observar en el **cuadro 24**, después de la diferencia obtenemos una utilidad neta de S/ 6,028.88 por ha, para Canario 2000 INIA y para Blanco Nema, S/ 5,476.18 por ha.

Los granos básicos más importantes producidos en el Perú, se ha identificado al frijol y al maíz como base de la dieta alimentaria, sin embargo la actual situación económica del país ha traído como consecuencia un cambio en la alimentación, debido a que ciertos alimentos y entre estos el fríjol y el maíz son poco accesibles, no solo en cuanto a sus precios sino a la dificultad de encontrarlos en cantidades optimas en las diferentes comunidades rurales, debido a la degeneración que han sufrido los suelos por la ausencia de incorporación de materia orgánica, rotación de cultivos o cultivo asociados y de la presencia de los cambios climáticos. Gru Brundtland (1987), citados por Reza *et al.* (2017), menciona que, en este sentido los abonos orgánicos constituidos por material de origen vegetal o animal, que por acción de los microorganismos se convierten en elementos de recuperación y conservación del recurso suelo. Contribuyendo al desarrollo sustentable, entendido como el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en referencia a los objetivos planteados en la investigación realizada se concluye:

- De los abonos orgánico aplicado, solo el humus de lombriz tuvo efecto en acortar el periodo de prefloración y floración.
- La variedad Blanco Nema, fue superior en rendimiento de grano y sus componentes a la variedad canario 2000 INIA, a la aplicación de fuentes orgánicas.
- No se encontró efectos de aplicación de abonos orgánicos para los componentes de rendimientos morfológicos en las variedades de frijol.
- Se encontró mayor rentabilidad con el testigo sin abono y para la variedad Canario 2000 INIA.

VI. RECOMENDACIONES

Según los resultados y conclusiones obtenidos podemos recomendar:

- Realizar cultivo de las variedades de frijol Blanco Nema o canario 2000 INIA con abono humus de lombriz por generar mayor precocidad.
- La aplicación de abonos orgánicos se debe realizar según la disponibilidad de nutrientes del suelo y el requerimiento de nutricional por el cultivo de frijol.
- Realizar futuros trabajos investigación en el cultivo de variedades Blanco Nema y Canario 2000 INIA, con la aplicación de fuentes de abonos orgánicos en condiciones de suelos inferior a 2 dS/m y siembra en meses de invierno para la costa central.
- Para la costa central sembrar la variedad Canario 2000 INIA para grano seco, por presentar mayor índice de rentabilidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUÑA, O. 2003. El uso de biofertilizantes en la agricultura. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp 67 – 75.

ADEX, 2002. Guía de lombricultura para agricultores emprendedores. La Rioja – Ecuador.

Consultado 12 de noviembre 2017. Disponible en. <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761>.

AGUILAR, V & ALTAMIRANO, A. 2001. Efecto de fuentes de fertilizantes (Químico, Orgánico) y control de malezas sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laderas. Ticuantepe, postrera, 1999. Tesis Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 49p.

AGROMB.2016. Principales diferencias entre abonos o fertilizantes y enmiendas. Consultado 15 de abril 2017. Disponible en <http://agroamb.com/wp/principales-diferencias-entre-abonos-o-fertilizantes-y-enmiendas/>.

ALTIERI, M. 1995. Agroecológica: Creando Sinergias para una Agricultura Sostenible. Grupo interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. University of California at Berkeley, USA. 63p.

ALVARADO, N. 2000. Transformación de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), Hacia una producción sostenible. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Barcelona. España. 80p.

ARIAS, J. H.; JARAMILLO, M. Y 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.167p.

ÁVILA, E.P. 2006. Manual del Frijol: Programa de Apoyo Agrícola Agroindustrial Vicepresidencia de Fortalecimiento Empresarial Cámara de Comercio Bogotá. Bogotá, Colombia. CCB.60p.

BARBER, R. 1999. Manejo de suelo y cultivos en zona de ladera de América Central-Experiencia adquiridas y transmisión de agricultor a agricultor de tecnología conservacionista. Boletín de suelo de la FAO .76. 82pp.

CAJINA, M. 2001. Arreglos de siembra en el cultivo de la soya (*Glycine max* L.) variedad CEA - CH – 86. Su efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. Tesis, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 30p.

CAMARENA, M. F; HUARINGA, J.A.; MOSTACERO, N. E. 2009. Innovación Tecnológica para el incremento de la producción de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.). Primera Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina.-consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. 232p.

CANTARO, H.B. 2015.Efectividad simbiótica de dos cepas de *Rhizobium sp.* en cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de costa central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima-Perú. 155 p.

CÁLVEZ, S.H. 2013. Ensayo preliminar del rendimiento de trece variedades de frijol (*phaseolus vulgaris* L) de grano rojo en costa central. Tesis. Ing. Agrónomo UNALM. Lima-Perú.

CARITA, L.2016. Comportamiento agronómico de la vainita (*phaseolus vulgaris* L.) bajo tres abonos orgánicos en ambiente protegido en la zona vino tinto del departamento de la Paz – Bolivia. Tesis, Ing. Agrónomo Universidad Mayor de San Andrés. La Paz- Bolivia.79P

CIAT. 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común; Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Fernández, Fernando; Gepts, Paul; López, Marciliano. Producción Ospina o, Héctor F. Colaboración Rigoberto. Cali, Colombia. CIAT 26p. (Serie: 04SB-09.03).

CIAT. 1988. Simbiosis leguminosa-rhizobio. Manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Cali-Colombia.178p.

CIAT. 1989. Progreso en la investigación del frijol común (*phaseolus vulgaris* L.). Editorial xyz .Cali, Colombia.462.p.

CERÓN. J.L., 2016. Parámetros fisiológicos en cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en condiciones de La Molina. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima-Perú. 79 p.

CHIRINOS, O; MURO, K.; CONCHA, W.A.; OTINIANO, J.; QUEZADA, J.C.; RIOA, V. 2008. Crianza y comercialización de cuyes para el mercado limeño. Universidad de ESAN. Editorial Cordilleras. A.C. Lima-Perú.

CIMMYT. 1988. Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México DF. México: CIMMYT. 78p.

DÍAZ, M. 2004. Manual práctico para la producción de soja. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 259p.

ESTRADA, M.E. y PERALTA, J.R. 2004. Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimientos del cultivo del frijol común(*phaseolus vulgaris* L) variedad dor-364,postrera2001.TESIS. Ing. Agrónomo UNA.Managua- Nicaragua.

FAO. 2002. Como abonar para producir más y gastar menos. Consultado 25 de mayo 2018. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/desarrollo/educacion/pdf/manetierr/FolletoComoAbonar.pdf>.

FAO. 2015. Boletín de agricultura familiar para América y el Caribe.N12.36pp.

FAO. 2017. Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible. Consultado el 8 de noviembre del 2017.Disponible en http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sf/soil_fertility.pdf.

GOMEZ, R. 2017. Departamento de comunicación AEFA. Revisado 28 abril 2017. Disponible en <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>.

HERNANDEZ,V.M.;VARGAS,M.L.; MURUAGA,J.S.;HERNANDEZ,S.; MAYEK,N. 2013 . Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y Perspectivas. Rev. Fitotec. México. Vol. 36 (2): 95 – 104pp.

JÁCOME, A.R. 2011. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de frijol (*phaseolus vulgaris* L.) en un inceptisol con propiedades andicas en la Microcuenca Centella Dagua – Valle. TESIS. Ing. Agrícola UV. Cali- Colombia.

LARA, L. 2015. Efecto de la temperatura sobre la fenología y productividad de la variedad de frijol común, factor esencial del cambio climático. Tesis.M,C. Biosistemas y Manejo de Recursos Naturales y Agrícola.UG. Zapopan, Jalisco-México.

MARTINI, J.A. 1968. Guía para la investigación en el abonamiento del frijol para el PCCMCA. Centro de Investigación Turrialba, Costa Rica.3p.

MAROTO, J. V. 2002. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.

MATHEUS L., J; CARACAS, J; MONTILLA, F Y FERNÁNDEZ, O. 2007. Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays* L). Revista. Agricultura Andina.vol.13.pp.27-38.

MEDINA, A.L. y BLADON, L. 2010. Efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya (*glycine max* (l) merrill), el plantel, Masaya, 2009. TESIS. Ing. Agrónomo UNA. Managua- Nicaragua.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2016. Boletín de la producción agrícola y ganadera. Sistema Integrado de Estadística Agraria.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2017. Boletín de la producción agrícola y ganadera. Sistema Integrado de Estadística Agraria. Revisado 25 de noviembre 2018.

Disponible en <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=actividades-estad%C3%ADsticas-del-sistema/agr%C3%ADcola>.

ORTIZ, A. 2010. Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana. Tesis. Ing. Biólogo. P.U.J. Bogotá-Colombia.

PELAEZ, N; MALUENGA, A; MADRIZ, P; TRUJILLO, A; TORRES, A. 2003. Fenología y Evaluación de las Estructuras Reproductivas de Cultivares de Fríjol Mungo en dos localidades del estado de portuguesa, Venezuela. *Agronomía Tropical.*, vol.53, no.1, p.87-108.

PUPIALES, H.A.; PUPIALES, J.A.; SILVA, A. 2008. Respuesta del frijol lima (*phaseolus vulgaris* L) a la aplicación de abono orgánico a base de residuos sólidos de fique, tambo departamento de Nariño, Colombia. TESIS. Ing. Agroforestal UN. Nariño - Colombia.

QUINTANA, W.A.; PINSON, E.H.; FERNANDO, T. 2016. Evaluación del crecimiento del frijol (*phaseolus vulgaris* L.). cv Ica Cerinza, bajo estrés salino. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 19(1): 87-95.

REYES, J. 1992. Historia de la protección del maíz. En memoria del simposio internacional de sanidad vegetal. ESAVE/ UNA. Managua, Nicaragua. 47p.

REZA,J.; GINÉZ,M; RODRIGUEZ, L. 2017. El negocio de los abonos con enfoque sustentables. *Revista Global de Negocio.* Vol. 5, No. 5, pp. 37-5

RÍOS, M.J.; QUIROS, J.E; ARIAS, J.H. 2003. Frijol, recomendaciones generales para su siembra y manejo. Corporación colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Regional 4, Centro de Investigación La Selva, Apartado Aéreo 100, Rio negro Antioquia, Colombia. Cartilla ilustrada 248 p.

RODRIGUEZ, F. 1991. Sustancias húmicas. Profesor-Investigador de la UACH. Revisado 2 de abril del 2019. Disponible en https://agroalimentando.com/nota.php?id_nota=3994.

SINGH, S. P Y VOYSEST, O. 1996. Taller de mejoramiento de frijol para el siglo XX: Base para una estrategia para América Latina. 559pp. CIAT, Cali. Colombia.

SNIIM. 2017. Portal del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. México. Revisado el 15 de enero 2019. Disponible en www.economia-sniim.gob.mx.

SOTO, G.; MELENDEZ, G. 2003. Taller de abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. 30 – 57 pp.

SOMARRIBA; C. 1997. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 191 p.

TAPIA, M.R. y FRÍES, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Asociación Nacional de Productos Ecológicos del Perú. FAO. Revisado el 25 de mayo 2018. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s00.HTM>.

TRINIDAD, A. 2014. Efectos de abonos orgánicos y sus características. Revista. Cultura Orgánica. No.62.

VALLADOLID, A. R. 2005. Cultivos con potencial de exportación. Cit Informa. N° 003. 2005. Ministerio de Agricultura del Perú. Centro de Información tecnológico.

VILLANUEVA, A. P. 2009. Efecto de dos cepas de *Rhizobium* y abono orgánico en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad canario molinero PLV1/1-3 en condiciones de la Molina. TESIS. Ing. Agrónomo UNALM. Lima- Perú.

VOYSEST, V.O. 2000. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) legado de variedades de América latina 1930-1999. cali –Colombia: Centro Internacional de agricultura tropical (CIAT), Cali, CO. (Publicación CIAT no. 321) 195 p.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38pp.

WHITE, W; IZQUIERDO, J. 1989. Frijol: Fisiología del Potencial del Rendimiento y Tolerancia al Estrés. FAO y CIAT. Cali, Colombia. 91 pp.

WHITE, W. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. En: Frijol, investigación y producción. Editado por Marcoliano López, Fernando Fernández y Aart van Schoonven. CIAT. 43-60 pp.

YÁNAC, L.2018. Análisis del crecimiento y rendimiento de tres variedades de frijol (*phaseolus vulgaris* L.) con diferentes dosis nitrogenadas, en la Molina. TESIS. Ing. Agrónomo UNALM. Lima- Peru.104p

VIII. ANEXOS

Anexo 01. Fotos de evaluación en el experimento de cultivo de frijol



Fotografía 01. Etapa V1 (Emergencia) de la planta frijol



Fotografía 02. Toma de datos del campo experimental de frijol



Fotografía 03. Etapa R9 (Maduración) de la planta frijol Canario 2000 INIA



Fotografía 04. Etapa R9 (Maduración) de la planta frijol Blanco Nema



Fotografía 05. Planta de frijol Blanco Nema



Fotografía 06. Planta de frijol Canario 2000 INIA

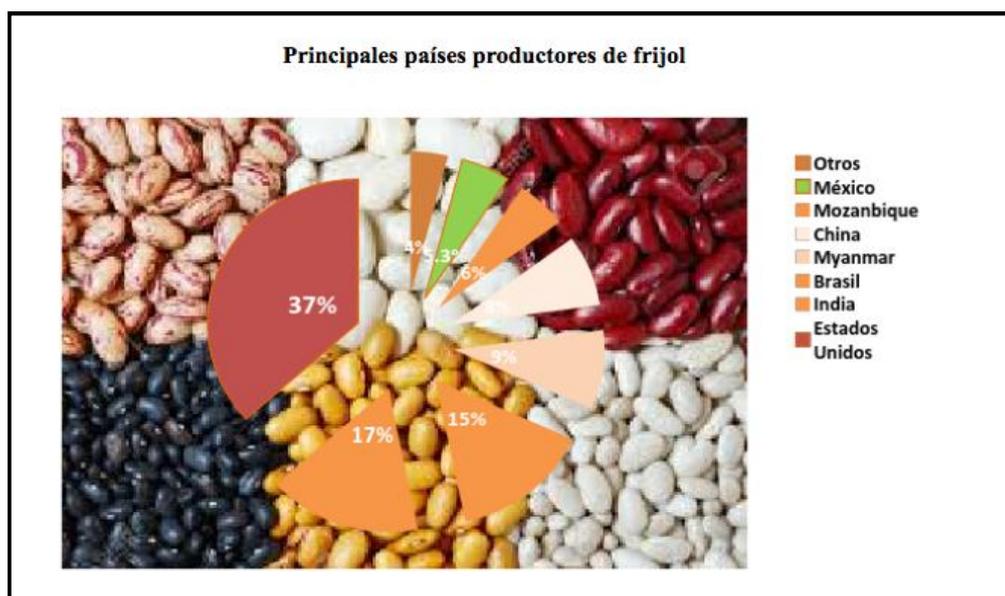


Fotografía 07. Longitud de vainas de frijol Canario 2000 INIA y Blanco Nema



Fotografía 08. Grano seco de frijol Canario 2000 INIA y Blanco Nema

Anexo 02. Datos estadísticos de la producción mundial en el 2017



Fuente: Portal del sistema Nacional de información e Integración de Mercados (SNIIM). MEXICO 2017.

Anexo 03. Precio Minorista de gallinaza por región según año, 2012 – 2017 (soles por tonelada)

Región	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Variación 2017/2016
NACIONAL	463	431	436	482	507	479	-5.4%
Amazonas	557	634	596	525	440	528	19.9%
Ancash	570	-	469	520	562	428	-23.9%
Apurímac	797	689	433	425	415	415	0.1%
Arequipa	341	420	460	460	460	460	0.0%
Ayacucho	412	380	405	419	400	442	10.7%
Cajamarca	346	356	398	400	369	346	-6.3%
Cusco	846	600	-	540	528	543	3.0%
Huancavelica	386	305	328	318	356	365	2.6%
Huánuco	299	349	521	354	475	380	-19.9%
Ica	-	-	-	-	-	-	-
Junín	403	426	445	443	491	378	-23.1%
La Libertad	376	502	461	403	426	368	-13.6%
Lambayeque	-	-	-	-	-	-	-
Lima	-	-	-	-	-	-	-
Lima Metropolitana	-	-	-	-	-	-	-
Loreto	308	314	372	548	583	600	2.9%
Madre De Dios	-	-	-	-	-	-	-
Moquegua	-	-	-	-	-	-	-
Pasco	367	423	440	386	431	397	-8.1%
Piura	-	-	-	-	-	-	-
Puno	340	340	340	340	-	-	-
San Martín	-	-	-	1,048	1,009	863	-14.4%
Tacna	-	-	-	-	-	-	-
Tumbes	-	-	-	-	-	-	-
Ucayali	593	300	-	579	652	673	3.2%

Fuente: SIEA 2017

**Anexo 04. Precio de minorista de humus de lombriz por región según año 2012-2017
(soles por tonelada)**

Región	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Variación 2017/2016
NACIONAL	597	548	617	669	657	715	8.8%
Amazonas	697	700	794	698	677	830	22.6%
Ancash	623	722	757	609	596	-	-
Apurímac	-	-	-	-	-	-	-
Arequipa	-	-	-	-	-	-	-
Ayacucho	-	-	-	-	-	-	-
Cajamarca	428	407	436	922	791	820	3.7%
Cusco	714	467	:	640	683	777	13.8%
Huancavelica	-	-	-	-	-	-	-
Huánuco	-	-	-	-	-	-	-
Ica	-	-	-	-	-	-	-
Junín	-	-	-	-	-	-	-
La Libertad	482	424	497	550	485	554	14.2%
Lambayeque	-	-	-	-	-	-	-
Lima	528	656	600	695	905	800	-11.6%
Lima Metropolitana	-	-	-	-	-	-	-
Loreto	690	694	694	-	-	-	-
Madre De Dios	-	-	-	-	-	-	-
Moquegua	730	-	830	815	834	752	-9.9%
Pasco	477	476	470	500	500	558	11.7%
Piura	279	392	457	388	461	455	-1.3%
Puno	-	-	-	-	-	-	-
San Martín	-	-	-	-	-	-	-
Tacna	650	524	636	779	793	886	11.7%
Tumbes	-	-	-	-	-	-	-
Ucayali	864	565	-	760	500	-	-

Fuente: Dirección Regional de Agricultura 2017

Anexo 05. Frijol seco por región según variables productivas enero – marzo 2017

Región	Superficie cosechada (ha)			Producción (t)			Rendimiento (t/ ha)			Precio al productor (S/ x t)		
	Ene ^p	Feb ^p	Mar ^p	Ene ^p	Feb ^p	Mar ^p	Ene ^p	Feb ^p	Mar ^p	Ene ^p	Feb ^p	Mar ^p
Nacional	1,879	1,519	766	2,123	2,073	1,088	1.1	1.4	1.4	4,062	4,483	4,021
Amazonas	586	278	15	298	150	10	0.5	0.5	0.7	4,997	4,948	4,807
Ancash	5	17	74	7	22	101	1.4	1.3	1.4	4,000	4,057	3,950
Apurímac	0	0	12	0	0	31	-	-	2.5	-	-	2,910
Arequipa	39	51	30	147	188	116	3.8	3.7	3.9	6,000	6,000	6,500
Ayacucho	0	1	0	0	2	0	-	2.0	-	-	5,000	-
Cajamarca	69	81	120	75	101	173	1.1	1.2	1.4	2,935	3,766	4,083
Cusco	77	73	70	111	119	112	1.4	1.6	1.6	3,276	3,607	3,500
Huancavelica	0	4	11	0	6	17	-	1.5	1.6	-	3,000	3,000
Huánuco	210	174	16	333	262	20	1.6	1.5	1.3	5,060	5,106	4,728
Ica	9	19	0	15	35	0	1.8	1.8	-	5,950	6,359	-
Junín	505	433	283	484	445	313	1.0	1.0	1.1	3,010	3,009	2,987
La Libertad	55	15	70	108	28	95	2.0	1.9	1.4	4,026	4,455	4,007
Lambayeque	15	50	0	15	75	0	1.0	1.5	-	3,200	3,200	-
Lima	60	208	19	143	474	53	2.4	2.3	2.8	6,285	6,020	6,296
Lima Metropolitana	10	0	1	30	0	3	3.0	-	3.4	5,400	-	3,500
Moquegua	9	1	0	27	3	0	3.0	3.5	-	4,500	5,000	-
Pasco	195	100	0	294	150	0	1.5	1.5	-	1,994	2,000	-
Puno	0	0	10	0	0	12	-	-	1.2	-	-	2,050
San Martín	36	14	35	36	13	32	1.0	0.9	0.9	4,408	4,916	4,823

Fuente: SIEA 2017.

Anexo 06. Frijol seco por región según variables productivas, abril – junio 2017

Región	Superficie cosechada (ha)			Producción (t)			Rendimiento (t/ ha)			Precio al productor (S/ x t)		
	Abr ^p	May ^p	Jun ^p	Abr ^p	May ^p	Jun ^p	Abr ^p	May ^p	Jun ^p	Abr ^p	May ^p	Jun ^p
NACIONAL	3,087	9,890	13,401	3,431	12,107	14,111	1.1	1.2	1.1	3,457	2,970	3,236
Amazonas	279	530	2,024	207	354	1,486	0.7	0.7	0.7	5,270	4,461	4,115
Ancash	55	111	144	68	135	187	1.2	1.2	1.3	3,828	3,811	4,168
Apurímac	761	886	763	926	1,619	1,554	1.2	1.8	2.0	3,433	3,553	3,382
Arequipa	19	41	19	68	91	57	3.6	2.2	3.0	6,500	5,332	6,048
Ayacucho	300	1,480	1,081	359	1,728	1,093	1.2	1.2	1.0	3,810	3,173	3,245
Cajamarca	498	3,361	3,974	446	2,764	3,344	0.9	0.8	0.8	2,824	2,627	2,807
Cusco	107	660	316	226	1,385	454	2.1	2.1	1.4	2,392	2,400	3,254
Huancavelica	250	1,582	1,697	429	3,093	3,136	1.7	2.0	1.8	5,395	4,612	3,765
Huánuco	35	166	736	54	208	747	1.5	1.3	1.0	5,395	4,612	3,765
Ica	0	0	2	0	0	4	-	-	2.0	-	-	5,500
Junín	111	159	389	100	146	429	0.9	0.9	1.1	3,172	3,121	3,185
La Libertad	201	354	542	0	0	4	0.0	0.0	0.0	3,525	3,377	3,665
Lambayeque	20	0	2	16	0	2	0.8	-	1.0	4,278	-	4,050
Lima	11	5	5	34	15	15	3.1	3.0	3.0	5,618	3,000	3,600
Madre de Dios	0	0	77	0	0	76	-	-	1.0	-	-	4,627
Moquegua	5	5	1	7	10	2	1.5	2.0	1.9	3,000	4,334	4,990
Pasco	0	52	155	0	67	220	-	1.3	1.4	-	3,435	3,052
Piura	0	182	1,376	0	161	1,204	-	0.9	0.9	-	2,881	3,018
Puno	313	181	0	368	203	0	1.2	1.1	-	2,191	2,391	-
San Martín	122	136	99	123	128	98	1.0	0.9	1.0	5,581	5,856	4,019

Fuente: SIEA 2017

Anexo 07. Frijol seco por región según variables productivas, julio – setiembre 2017

Región	Superficie cosechada (ha)			Producción (t)			Rendimiento (t/ha)			Precio al productor (S/ x t)		
	Jul ^P	Ago ^P	Set ^P	Jul ^P	Ago ^P	Set ^P	Jul ^P	Ago ^P	Set ^P	Jul ^P	Ago ^P	Set ^P
NACIONAL	13,209	9,203	6,884	13,872	9,409	7,786	1.1	1.0	1.1	3,503	3,781	3,927
Amazonas	3,240	600	271	2,494	436	181	0.8	0.7	0.7	4,184	4,793	5,634
Ancash	84	72	42	110	90	55	1.3	1.2	1.3	4,707	4,809	4,485
Apurímac	1,041	44	0	2,092	82	0	2.0	1.9	-	3,582	4,457	-
Arequipa	369	863	1,044	520	1,096	1,363	1.4	1.3	1.3	5,242	5,324	5,661
Ayacucho	194	6	0	251	10	0	1.3	1.7	-	2,200	4,500	-
Cajamarca	2,782	940	394	2,223	828	393	0.8	0.9	1.0	2,551	2,746	3,687
Cusco	161	3	0	205	2	0	1.3	0.7	-	2,556	4,500	-
Huancavelica	826	323	53	1,545	507	85	1.9	1.6	1.6	3,141	3,176	3,049
Huánuco	1,000	893	163	955	1,060	251	1.0	1.2	1.5	3,203	3,904	4,028
Ica	27	19	79	41	39	145	1.5	2.1	1.8	6,888	5,296	5,843
Junín	840	559	277	992	631	336	1.2	1.1	1.2	3,044	3,166	3,013
La Libertad	436	167	349	630	244	469	1.4	1.5	1.3	4,255	4,074	4,448
Lambayeque	70	20	10	52	20	8	0.7	1.0	0.8	3,300	3,300	4,300
Lima	0	10	12	0	30	36	-	3.0	3.0	-	7,470	7,475
Loreto	0	1,125	1,798	0	1,178	1,891	-	1.0	1.1	-	1,905	1,858
Madre de Dios	92	196	0	86	175	0	0.9	0.9	-	4,643	4,479	-
Pasco	155	84	27	246	117	85	1.6	1.4	3.1	3,346	3,546	1,000
Piura	1,754	2,044	830	1,294	1,489	662	0.7	0.7	0.8	3,735	3,879	3,565
San Martín	138	995	993	138	1,020	1,020	1.0	1.0	1.0	4,033	4,251	4,862
Ucayali	0	240	542	0	356	808	-	1.5	1.5	-	4,877	4,599

Fuente: SIEA 2017

Anexo 08. Frijol seco por región según variables productivas, octubre - diciembre 2017

Región	Superficie cosechada (ha)			Producción (t)			Rendimiento (t/ha)			Precio al productor (S/ / t)		
	Oct	Nov	Dic	Oct	Nov	Dic	Oct	Nov	Dic	Oct	Nov	Dic
NACIONAL	3,624	2,139	2,070	4,583	3,059	2,567	1.3	1.4	1.2	3,975	4,263	4,384
Amazonas	38	50	295	34	37	152	0.9	0.8	0.5	5,133	4,811	5,004
Ancash	47	16	14	60	21	18	1.3	1.3	1.3	4,287	4,452	4,514
Apurímac	5	50	20	10	100	40	2.0	2.0	2.0	3,500	4,800	4,000
Arequipa	311	125	1	509	259	2	1.6	2.1	2.2	5,635	6,011	5,000
Ayacucho	4	0	0	5	0	0	1.3	-	-	1,500	-	-
Cajamarca	270	222	265	316	195	233	1.2	0.9	0.9	4,104	2,539	3,559
Cusco	0	0	5	0	0	4	-	-	0.8	-	-	4,500
Huancavelica	23	75	0	35	114	0	1.5	1.5	-	3,500	3,307	0
Huánuco	64	28	113	113	49	180	1.8	1.8	1.6	4,100	4,208	4,840
Ica	81	73	13	124	128	25	1.5	1.8	1.9	5,908	5,912	5,150
Junín	123	55	344	159	62	347	1.3	1.1	1.0	3,096	3,191	3,210
La Libertad	241	201	105	335	343	191	1.4	1.7	1.8	4,694	4,557	4,502
Lambayeque	85	128	132	67	116	140	0.8	0.9	1.1	4,300	4,143	4,160
Lima (excluye Lima Metrop)	155	283	258	380	706	628	2.5	2.5	2.4	5,096	5,519	5,163
Lima Metropolitana	0	13	1	0	37	94	-	2.9	94.4	-	5,450	5,449
Loreto	994	419	42	1,044	435	42	1.1	1.0	1.0	1,813	1,830	1,802
Pasco	61	118	84	86	176	133	1.4	1.5	1.6	2,487	2,394	2,675
Piura	218	41	0	174	35	0	0.8	0.9	-	4,000	4,000	-
San Martín	400	201	379	395	186	339	1.0	0.9	0.9	4,063	4,835	4,881
Tumbes	1	4	0	1	4	0	1.3	1.0	-	4,500	4,284	-
Ucayali	504	38	0	737	55	0	1.5	1.4	-	4,835	5,096	-

Fuente: SIEA 2017

Anexo 09. Costo de producción de frijol con abonos orgánicos y sin abono en Cañete

DESCRIPCION	Humus de Lombriz	Estiércol de Vacuno	Gallinaza	Estiércol de Cuy	Sin Abono
COSTOS DIRECTOS	7904.60	6435.91	6137.18	6661.05	5339.23
MANO DE OBRA	2595.00	2675.00	2635.00	2715.00	2275.00
Preparación de Terreno					
Limpieza de acequia	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Tomeo	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Riego de Machaco	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Desinfección y Siembra	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
Labores Culturales					
Abonamiento	320.00	400.00	360.00	440.00	
Deshierbo	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
Control Fitosanitario	520.00	520.00	520.00	520.00	520.00
Riego	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
Arrancado y Siega	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
Trilla	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Guardiana	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
MAQUINARIA AGRICOLA	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00
A. Aradura(humedo)	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
B.Gradoe y cruzado	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
C.Surcado	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
D.Cultivo y aporque	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
SEMILLA	951.16	951.16	951.16	951.16	951.16
ABONO	2245.37	696.68	437.95	881.82	0.00
Abonos Orgánicos	2245.37	696.68	437.95	881.82	0.00
PRODUCTOS	1393.07	1393.07	1393.07	1393.07	1393.07
Piretroide	53.50	53.50	53.50	53.50	53.50
Tiabendazol	98.86	98.86	98.86	98.86	98.86
Emamectina benzoato	185.85	185.85	185.85	185.85	185.85
Spinosyn	708.36	708.36	708.36	708.36	708.36
Lufenuron	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Methomil	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00
Acidificante	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Adherente	48.50	48.50	48.50	48.50	48.50
Agua	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
COSTO INDIRECTOS	395.23	321.80	306.86	333.05	266.96
COSTO TOTAL	8299.83	6757.71	6444.04	6994.10	5606.19

Anexo 10. Costo de producción de frijol Blanco Nema - Canario 2000 INIA en Cañete

DESCRIPCION	Blanco Nema	Canario 2000 INIA
COSTOS DIRECTOS	6549.35	6441.83
MANO DE OBRA	2579.00	2579.00
Preparación de Terreno		
Limpieza de acequia	40.00	40.00
Tomeo	35.00	35.00
Riego de Machaco	80.00	80.00
Desinfección y Siembra	240.00	240.00
Labores Culturales		
Abonamiento	304.00	304.00
Deshierbo	360.00	360.00
Control Fitosanitario	520.00	520.00
Riego	350.00	350.00
Arrancado y Siega	400.00	400.00
Trilla	200.00	200.00
Guardianía	50.00	50.00
MAQUINARIA AGRICOLA	720.00	720.00
A. Aradura(húmedo)	120.00	120.00
B. Gradeo y cruzado	150.00	150.00
C. Surcado	90.00	90.00
D. Cultivo y aporque	360.00	360.00
SEMILLA	1004.92	897.40
ABONO	852.36	852.36
Abonos Orgánicos	852.36	852.36
PRODUCTOS	1393.07	1393.07
Piretroide	53.50	53.50
Tiabendazol	98.86	98.86
Emamectina benzoato	185.85	185.85
Spinosyn	708.36	708.36
Lufenuron	80.00	80.00
Methomil	98.00	98.00
Acidificante	45.00	45.00
Adherente	48.50	48.50
Agua	75.00	75.00
COSTO INDIRECTOS	327.47	322.09
COSTO TOTAL	6876.82	6763.92

Anexo 11. Analisis Físico - Químico de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SAN ROMÁN SUÁREZ ASCENCIÓN

Departamento : LIMA
 Distrito : NUEVO IMPERIAL
 Referencia : H.R. 55913-142C-16

Bolt.: 13556

Provincia : CAÑETE
 Predio : TUNEL GRANDE
 Fecha : 30/09/16

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
12447		7.72	2.91	1.50	1.08	35.3	299	65	24	11	Fr.A	12.32	9.15	2.02	0.78	0.37	0.00	12.32	12.32	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Sady García Bendezu
Dr. Sady García Bendezu
 Jefe del Laboratorio

Anexo 12. Análisis de composición química de materia orgánica

ANALISIS DE MATERIA ORGANICA							
N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O %	N %	P2O5 %	K2O %
881	Humus	7.97	5.05	44.59	2.16	2.26	0.51
882	Guano de Vacuno	8.81	13.5	66.45	1.81	0.88	3.04
883	Guano de Gallina	6.25	11.2	49.88	2.68	3.15	2.00
884	Guano de Cuy	8.22	12.9	61.96	1.86	1.93	3.29

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
881	Humus	9.52	2.20	49.93	0.37
882	Guano de Vacuno	3.88	1.40	19.08	0.89
883	Guano de Gallina	2.25	0.92	12.75	0.38
884	Guano de Cuy	3.56	1.69	42.95	0.70

N° LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
881	Humus	8695	54	145	518	68
882	Guano de Vacuno	6055	26	73	226	51
883	Guano de Gallina	7440	145	236	322	33
884	Guano de Cuy	6570	28	274	240	34

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes del Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016.

Anexo 13. Datos Meteorológicos – Humedad Relativa(HR°), Cañete 2016

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Senamhi

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : LA CAÑETA 200037 / DZ 04 LONGITUD : 76° 29' W

PARAMETRO : HUMEDAD RELATIVA MEDIA DIARIA LATITUD : 12° 31' S

ALT : 442 msnm

DPTC : LMA

PROV. : CAÑETE

DIST. : GALANGO

AÑO : 2016

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	S/D	77.1	82.8	72.8	77.6	78.7	86.3	S/D	86.1	81.2	76.2	70.5
2	S/D	77.0	72.0	75.4	77.5	85.3	81.9	S/D	78.8	78.8	76.5	72.9
3	76.3	79.1	74.5	75.4	78.3	82.3	83.5	83.4	86.2	81.3	75.0	71.9
4	74.7	74.4	79.0	78.8	75.9	81.7	86.9	82.5	85.8	79.8	75.7	73.7
5	79.1	75.5	74.6	75.4	76.0	81.2	85.1	82.5	85.5	79.1	S/D	75.2
6	S/D	79.9	69.4	76.4	78.2	84.0	89.0	85.8	80.6	79.3	S/D	75.9
7	S/D	S/D	78.1	76.3	78.5	85.0	88.6	85.6	85.9	79.5	S/D	75.6
8	S/D	S/D	71.4	76.6	77.4	83.8	90.4	81.6	81.8	80.6	73.4	74.5
9	S/D	84.8	67.5	76.0	72.9	84.1	87.7	79.8	82.1	80.1	72.4	72.7
10	73.7	83.6	68.3	76.2	74.5	83.3	86.4	80.3	75.3	76.9	74.5	74.4
11	74.5	81.5	65.7	81.7	71.3	83.1	87.0	83.0	82.0	78.4	79.0	69.1
12	74.2	80.2	67.2	84.0	76.6	77.4	87.4	83.3	85.4	79.2	78.2	68.3
13	83.6	72.1	70.2	75.5	75.5	77.8	84.3	84.6	84.0	83.6	75.5	76.9
14	86.3	72.5	65.5	75.4	82.4	80.2	86.1	82.7	77.6	77.1	77.0	75.1
15	S/D	75.1	71.9	74.5	81.2	86.1	85.5	80.1	88.8	79.8	75.3	82.5
16	S/D	77.6	72.1	78.5	81.4	85.6	85.9	83.0	76.4	79.9	70.6	78.2
17	70.6	71.6	75.1	78.7	80.0	81.9	86.5	82.1	76.1	75.7	73.0	73.3
18	68.1	66.5	74.5	81.6	79.9	84.7	88.7	80.9	77.5	79.2	76.2	72.5
19	74.4	77.2	70.1	78.7	79.6	84.1	90.1	87.4	80.6	76.3	80.4	74.2
20	81.1	74.0	70.0	78.5	80.2	85.6	85.6	88.5	81.7	74.0	71.8	71.7
21	86.5	72.4	67.4	77.0	81.0	86.5	87.6	80.0	84.8	81.5	74.2	70.5
22	80.7	69.7	68.3	78.8	81.9	81.2	90.0	75.5	82.9	82.9	65.1	71.5
23	78.7	76.2	67.7	75.4	81.5	80.1	87.6	83.7	81.9	83.5	66.7	70.1
24	84.2	76.3	70.9	77.6	80.3	86.7	84.1	84.4	78.5	85.3	68.5	70.9
25	S/D	80.5	67.4	77.1	70.4	84.5	87.0	81.2	83.9	80.6	76.4	69.6
26	S/D	S/D	66.7	71.4	82.6	87.1	86.0	84.1	81.1	75.7	73.9	77.6
27	71.7	S/D	74.1	77.5	82.3	87.8	85.0	85.1	79.2	80.6	71.5	69.4
28	75.2	71.6	70.7	78.2	79.6	87.7	83.9	79.1	S/D	79.8	71.7	73.0
29	70.8	74.4	70.2	74.5	81.5	85.0	85.6	S/D	S/D	78.1	68.5	73.1
30	69.4	70.0	67.2	82.5	80.6	87.7	85.8	S/D	85.6	75.4	72.4	71.8
31	73.6	72.1	72.1	78.3	78.3	77.7	90.1	80.1	78.1	78.1	65.2	65.2

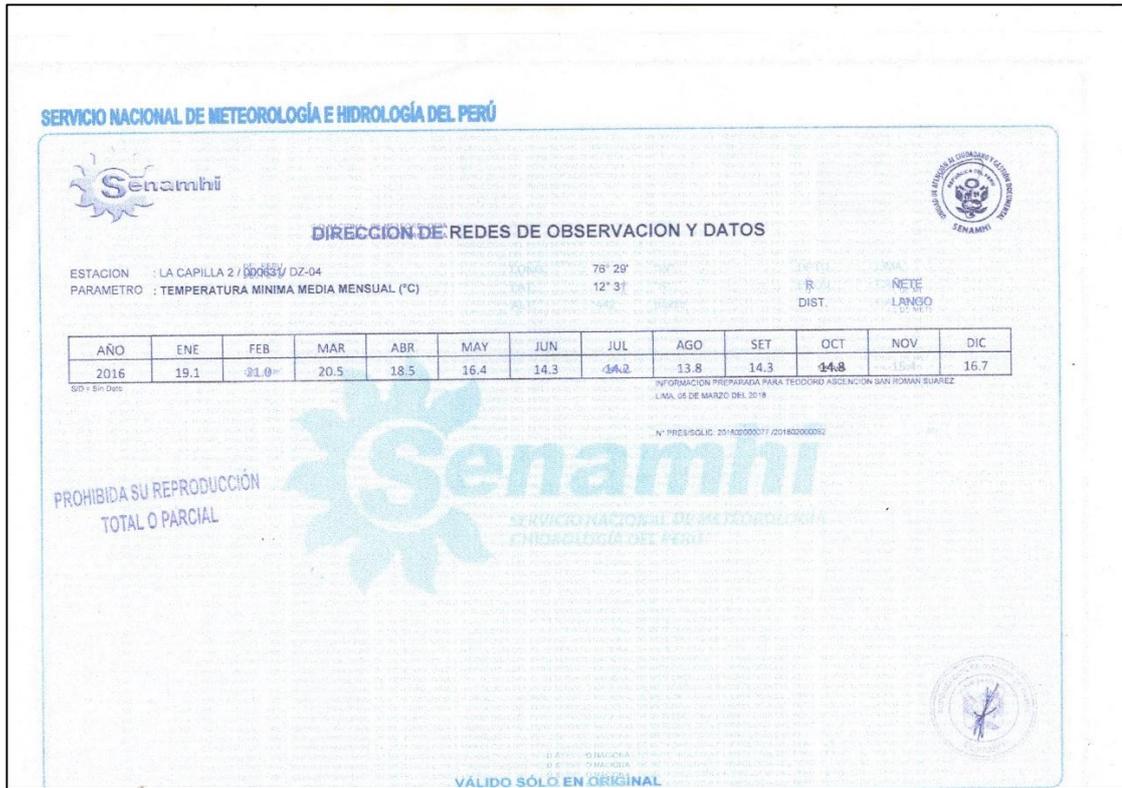
INFORMACION PREPARADA POR: TEOFILO RODRIGUEZ / DIRECCION SENAMHI / LIMA

TEL: 476 492116 FAX: 476 492001

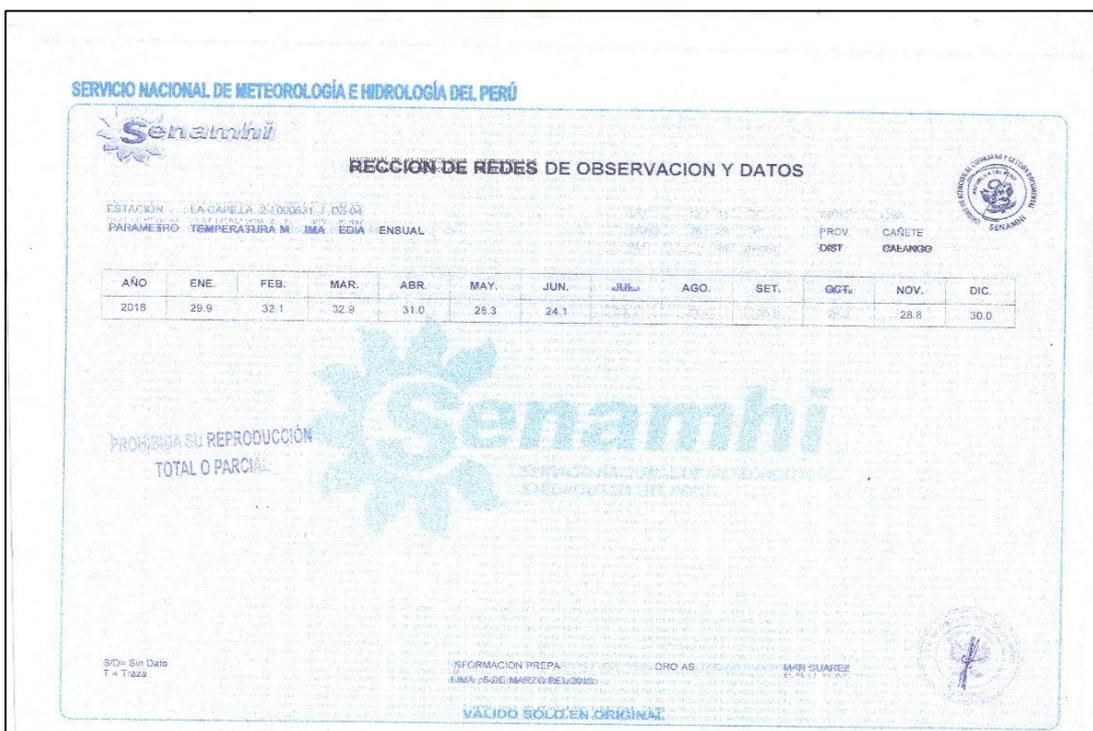
VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

TOTAL O PARCIAL

Anexo 14. Datos Meteorológicos – Temperatura Mínima Media Mensual(°C), Cañete 2017



Anexo 15. Datos Meteorológicos – Temperatura Máxima Media Mensual(°C), Cañete 2017



Anexo 16. Datos medios de campo de variables morfofisiológicas del frijol

TRATAMIENTOS DE ESTUDIOS	Prefloración (DIAS)	Floración (DIAS)	Formación de vainas (DIAS)	Llenado de vainas (DIAS)	Maduración Fisiológica (DIAS)	Madures de cosecha (DIAS)
Blanco Nema en Humus de lombriz	39	45	49	65	80	94
Blanco Nema en Humus de lombriz	38	45	61	64	80	92
Blanco Nema en Humus de lombriz	38	45	49	64	80	94
Blanco Nema en Guano de Vacuno	39	46	48	64	80	94
Blanco Nema en Guano de Vacuno	39	46	60	65	84	94
Blanco Nema en Guano de Vacuno	39	46	49	65	80	92
Blanco Nema en Guano de Gallina	39	46	60	65	84	96
Blanco Nema en Guano de Gallina	39	46	49	64	84	94
Blanco Nema en Guano de Gallina	40	47	60	64	80	92
Blanco Nema Guano de Cuy	40	47	49	65	80	92
Blanco Nema Guano de Cuy	40	47	60	64	84	96
Blanco Nema Guano de Cuy	40	47	49	65	84	94
Blanco Nema Sin Guano	40	47	60	65	80	92
Blanco Nema Sin Guano	40	47	60	65	84	94
Blanco Nema Sin Guano	40	47	60	64	80	92
Canario 2000 INIA en Humus de lombriz	45	59	67	74	84	98
Canario 2000 INIA en Humus de lombriz	44	59	66	72	80	94
Canario 2000 INIA en Humus de lombriz	44	60	67	74	84	98
Canario 2000 INIA con Guano de Vacuno	45	60	66	73	88	98
Canario 2000 INIA con Guano de Vacuno	45	59	67	73	84	98
Canario 2000 INIA con Guano de Vacuno	45	61	68	74	88	98
Canario 2000 INIA en Guano de Gallina	45	60	67	74	84	98
Canario 2000 INIA en Guano de Gallina	45	60	66	72	84	98
Canario 2000 INIA en Guano de Gallina	44	59	66	74	84	102
Canario 2000 INIA Guano de Cuy	44	60	67	74	88	98
Canario 2000 INIA Guano de Cuy	43	60	66	73	84	98
Canario 2000 INIA Guano de Cuy	44	59	67	75	88	98
Canario 2000 INIA Sin Guano	45	60	66	74	84	94
Canario 2000 INIA Sin Guano	45	61	67	74	84	96
Canario 2000 INIA Sin Guano	45	60	66	74	84	96