

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Propuesta de enmienda para restaurar la materia orgánica del suelo
agrícola en Chanchamayo**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Fernando Luis LEANDRO MUNAYLLA

Bach. Rocio Marleny ZACARIAS FLORES

Asesor:

Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA

La Merced – Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Propuesta de enmienda para restaurar la materia orgánica del suelo
agrícola en Chanchamayo**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA
MIEMBRO

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedico a mi padre Fernando Leandro Santivañez y mi madre Olga Munaylla Bontemps porque me han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mi hermano Branko Leandro más que hermano ser mi mejor amigo, motivándome para seguir adelante y no rendirme.

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa que es lo mejor que tengo y más valioso que me ha dado

Fernando Leandro

Dedico todo mi corazón mi tesis a mi madre y padre, sin ellos no lo había logrado su bendición a diario, a lo largo de mi vida me protege y lleva por camino del bien.

Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía.

A los docentes les doy mi muchas gracias. Por paciencia y apoyo incondicional que me dieron.

Rocio Zacarias

A nuestro Asesor Mg. Julio Ibáñez Ojeda, por el apoyo brindado y las sugerencias respectivas durante el asesoramiento del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A mis docentes y colegas estudiantes de la UNDAC Filial La Merced, quienes, con su apoyo moral y compañerismo, me apoyaron para culminar mis estudios.

A las instituciones, familiares y amigos que desinteresadamente colaboraron de una u otra forma con el desarrollo de este presente trabajo.

A todos mis amigos, simplemente por estar ahí en el momento que más necesitaba de ellos y a todas personas que me apoyaron para el logro de mis metas.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia del bokashi junto a los rastrojos del cultivo de frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp) como enmienda orgánica, para determinar su efectividad en el crecimiento de la planta, su biomasa total y el incremento de los macronutrientes del suelo y al término de la investigación se observó que los parámetros evaluados tales como la altura de planta, biomasa, y los macronutrientes del suelo se incrementan en forma secuencial conforme se aumenta las dosis de bokashi al suelo como enmienda orgánica, siendo el tratamiento T4 con 6000 kg/Ha y T3 con 5000 kg./Ha, quienes tuvieron los mejores resultados; así para la altura de la planta se obtuvo 58.50 cm, para la biomasa de la planta, quien tuvo mejores resultados fue el tratamiento T3 con 5000 kg./Ha con 41.88 g/ planta, y luego de los análisis químicos del suelo se determinó que existe correlación positiva muy significativa (**) para el remanente de materia orgánica, correlación positiva significativa (*) para el remanente de nitrógeno, correlación positiva muy significativa (**) para el remanente de fósforo, y correlación positiva significativa (*) para el remanente de potasio.

Palabra claves: bokashi y frijol Castilla

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of bokashi together with Castilla bean (*Vigna unguiculata*. L. Walp. Walp) as an organic amendment, to determine its effectiveness on plant growth, total biomass and the increase of soil macronutrients and at the end of the research it was observed that the evaluated parameters such as plant height, biomass, and soil macronutrients increased sequentially as the doses of bokashi to the soil as an organic amendment increased, being the treatment T4 with 6000 kg/Ha and T3 with 5000 kg. The best results were obtained for plant height (58.50 cm) and for plant biomass, the best results were obtained for treatment T3 with 5000 kg/ha (41.88 g/plant). 88 g/plant, and after the chemical analysis of the soil, it was determined that there is a very significant positive correlation (**) for the organic matter remaining, significant positive correlation (*) for the nitrogen remaining, very significant positive correlation (**) for the phosphorus remaining, and significant positive correlation (*) for the potassium remaining.

Keyword: bokashi and castilla beans

INTRODUCCIÓN

El manejo de los suelos, es uno de los mayores retos que afronta actualmente la agricultura. Las principales causas del decaimiento de la productividad agrícola es el deterioro en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo; entre ellas está la pérdida continua del carbono que hace disminuir la diversidad biológica de los microorganismos del suelo y produce un incremento de la población de nemátodos y de enfermedades causadas por patógenos del género *Verticillium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Phytium* y *Fusarium*, entre otros. Todos estos factores determinan un escaso desarrollo radicular de cultivos, hortalizas y frutales, afectando de manera importante la nutrición y balance hormonal en la planta.

Por lo que existe la necesidad de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y aumentar la productividad de los suelos en nuestra provincia, lo que exige desarrollar e implementar nuevas tecnologías que sirvan para cumplir con este propósito. Por eso, se recomienda que las nuevas tecnologías agrícolas que se usen deben de incluir el aspecto de sostenibilidad agrícola “una agricultura sustentable es aquella que en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura y mejora la calidad de vida de los agricultores. (American Society of Agronomy, 1989).

El enfoque actual para promover la productividad, es a través de sistemas agrícolas, Quijano et al (1996) indican que existen factores como la baja calidad del suelo que limita la producción potencial de un cultivo, y mencionan que las prácticas agronómicas sólo suprimen o aminoran estos efectos, pero que no determinan de manera directa el rendimiento. Si se quiere mantener una alta productividad de un sistema de producción agrícola, es condición indispensable; promover una buena calidad

biológica y físico-química del suelo, para que las plantas que se desarrollen en él estén bien alimentadas. (González *et al.*, 1990).

Por lo que nos planteamos evaluar 5 dosis de bokashi adicionados al cultivo de frijol, con la intención de determinar la dosis de bokashi en el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), que será el más adecuado para la región de Chanchamayo, con la intención de recuperar los nutrientes principales de las tierras agrícolas. La presente investigación se realizó en el distrito y provincia de Chanchamayo, en los meses de enero a agosto del año 2017.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4. Formulación de objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Justificación de la investigación.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	7

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	8
2.2. Bases teóricas - científicas.....	11
2.3. Definición de términos básicos.....	38
2.4. Formulación de la hipótesis.....	39

2.5. Identificación de variables.....	39
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	40

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	41
3.2. Nivel de investigación	42
3.3. Método de la investigación.....	42
3.4. Diseño de la investigación.....	42
3.4.1. Modelo aditivo lineal	42
3.4.2. Análisis de variancia	43
3.5. Población y muestra	43
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	43
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	44
3.9. Tratamiento estadístico.....	44
3.10. Orientación ética filosófica y epistemológica	44

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	45
4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados.....	49
4.3. Prueba de hipótesis.....	65
4.4. Discusión de los resultados	67

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica del frijol Castilla	30
Tabla 2: Contenido Nutricional por cada 100 gramos de materia seca.	31
Tabla 3: Exigencias minerales del fríjol	32
Tabla 4: Niveles de nutrimentos necesarios para la producción de frijol.....	33
Tabla 5: Fuentes naturales de fosforo.....	36
Tabla 6: Altura de la planta a los 90 días de cultivo (cm).....	50
Tabla 7: ANVA para altura de la planta.....	51
Tabla 8: Prueba de Tukey para la altura de planta a los 90 días	51
Tabla 9: Peso fresco de la planta a los 90 días de cultivo (g.).....	52
Tabla 10: ANVA para el peso fresco de la planta a los 90 días de cultivo	53
Tabla 11: Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la planta	53
Tabla 12: Peso seco de la planta a los 90 días de cultivo (g)	54
Tabla 13: ANVA para el peso seco de la planta a los 90 días de cultivo.....	55
Tabla 14: Prueba estadística de Tukey para el peso seco de la planta a los 90 días de cultivo	56
Tabla 15: Materia orgánica (%) antes y después de la investigación.....	57
Tabla 16: ANVA para la relación de la M. O. con los Tratamientos	58
Tabla 17: Correlación de Pearson de la materia orgánica y los tratamientos.....	58
Tabla 18: Evaluación del nitrógeno (%) antes y después de la investigación	59
Tabla 19: ANVA para la correlación del nitrógeno con los tratamientos	60
Tabla 20: Correlación de Pearson del nitrógeno y los tratamientos	60
Tabla 21: Evaluación del fósforo (ppm) antes y después de la investigación	61
Tabla 22: ANVA para la correlación entre el fósforo y los tratamientos.....	62
Tabla 23: Correlación de Pearson del fósforo del suelo y los tratamientos	63

Tabla 24: Evaluación del potasio (ppm) antes y después de la investigación.....	63
Tabla 25: ANVA para la correlación entre el fósforo del suelo y los tratamientos	64
Tabla 26: Correlación de Pearson del potasio del suelo y los tratamientos	65

INDICE DE GRÁFICOS

Gráficos 1: Altura de la planta frijol Castilla a los 90 días entre los tratamientos y sus repeticiones.....	50
Gráficos 2: Peso Fresco de la planta (incluido la raíz) a los 90 días de cultivo	52
Gráficos 3: Peso seco de la planta por tratamiento y repetición a los 90 días de cultivo	55
Gráficos 4: Evaluación de la materia orgánica antes y después de la aplicación de bokashi.....	57
Gráficos 5: Evaluación del nitrógeno del suelo antes y después de la aplicación de bokashi.....	59
Gráficos 6: Evaluación del fósforo del suelo antes y después de la aplicación de bokashi	61
Gráficos 7: Evaluación del potasio del suelo antes y después de la aplicación de bokashi	64

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El manejo de los suelos, es uno de los mayores retos que afronta la agricultura actualmente. Entre las principales causas del decaimiento de la productividad agrícola es el deterioro en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, la que es ocasionada por la pérdida del carbono que hace disminuir la diversidad biológica del suelo y produce un incremento en la población de nemátodos y se generan enfermedades causadas por patógenos del género *Verticillium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Phytium* y *Fusarium*, entre otros. Todos estos factores determinan un escaso desarrollo radicular de cultivos en las hortalizas y frutales, afectando de manera importante la nutrición y balance hormonal en la planta.

Para enfrentar esta pérdida, a nivel mundial se está recomendando el uso de enmiendas, ricas en carbono orgánico, que se oriente a recuperar las condiciones orgánicas del suelo.

Con la fertilización sintética, los suelos se contaminan por la introducción de elementos químicos extraños y/o en dosis exageradas, como el empleo masivo de fertilizantes y biocidas; así como el almacenamiento de desechos tóxicos, producto de las actividades agrícolas, industriales y petroleras (Fundambiente. 2015)

El biosistema suelo es considerado como uno de los recursos naturales indispensable para el desarrollo de la vida, es también el mayor depósito de materiales contaminantes del planeta, proveniente de las diferentes actividades humanas. Como consecuencia, el suelo puede ser destruido o degradado significativamente en poco tiempo; esta degradación puede ser física y química. En la degradación física los suelos pierden propiedades importantes provocando un grave perjuicio en su rendimiento o utilización como recurso, al afectar en mayor o menor grado, su integridad física y química y así disminuir su fertilidad natural.

La producción agrícola lograda actualmente en la provincia de Chanchamayo, ha producido aumentos importantes en los rendimientos a corto plazo en diferentes cultivos, pero también ha generado dependencia tecnológica de insumos químicos, además ha provocado impactos negativos sobre el ambiente como la degradación de los recursos naturales (agua, aire, suelo), la erosión de los suelos por el impacto de la agricultura y las constantes lluvias, la contaminación ambiental y no ha sido capaz de solucionar el problema de la pobreza rural (Astier, 1994).

Como consecuencia del empleo de prácticas de producción cada vez más intensivas y el abuso en uso de fertilizantes sintéticos, ha ocasionado en las últimas tres décadas, el deterioro de los recursos naturales la cual se ha agudizado a

causa de la creciente demanda de alimentos y materias primas generadas por el aumento de la población de los seres humanos en el mundo, (Gallopín, 1990).

De igual manera sostiene que es imperiosa la necesidad de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y mantener o aumentar la productividad de los cultivos, lo que demanda desarrollar e implementar nuevas tecnologías para el manejo de los sistemas agrícolas. Una opción para mejorar la calidad y fertilidad de los suelos es el uso de composta y biofertilizantes, los cuales interactúan recíprocamente.

Los sistemas de producción del sector agrícola, son insostenibles y se observan problemas indeseables como la erosión y pérdida de la calidad del suelo. Por lo cual, los productores enfrentan un doble reto: a) Conservar los recursos naturales y b) Aumentar la productividad, (Gallopín, 1990).

Por lo que se plantea evaluar la eficiencia de 5 dosis de bokashi con el cultivo de frijol, con la intención de determinar el incremento de los remanentes de nutrientes (N P K), para mejorar la calidad del suelo. La presente investigación se realizó en el distrito y provincia de Chanchamayo, en los meses de mayo a diciembre del año 2017.

1.2. Delimitación de la investigación

Esta investigación se desarrolló en:

- a. Región : Junín
- b. Provincia : Chanchamayo
- c. Distrito : Chanchamayo
- d. Lugar : Campo experimental de la UNDAC – Filial La Merced
- e. Altitud : 740 msnm.
- f. Coordenadas: 11°04'27.272S', 075°20'402''O.

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida, el área de estudio pertenece a la zona de bosque húmedo pre montano tropical bh-PT.

La presente tesis se ejecutó desde los meses de mayo del 2017 y culminó en diciembre de 2017

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Qué dosis de enmienda orgánica enriquecida con rastrojos de cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), será la más adecuada para recuperar los principales nutrientes del suelo agrícola de la región de Chanchamayo?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de enmienda orgánica para incrementar la altura de la planta del cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp)?
- ¿Cuál será la efectividad de la enmienda orgánica para incrementar la biomasa total de las plantas de frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp)?
- ¿Cuál será la efectividad de la enmienda orgánica enriquecida con rastrojos de cultivo de frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp), para incrementar los nutrientes del suelo agrícola?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la dosis de la enmienda orgánica enriquecida los rastrojos cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), que será la más adecuada para recuperar los nutrientes principales de las tierras agrícolas de la región de Chanchamayo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de enmienda orgánica para incrementar la altura de la planta del cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp).
- Determinar la efectividad de la enmienda orgánica para incrementar la biomasa total de las plantas de frijol castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp).
- Identificar la efectividad de la enmienda orgánica enriquecida con rastrojos de cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp), para incrementar los nutrientes del suelo agrícola.

1.5. Justificación de la investigación

Los cultivos agrícolas temporales para el valle de Chanchamayo, se realizan mayormente, durante en los meses de abril a agosto (primera siembra) y de agosto a diciembre (segunda siembra), siendo el principal problema el manejo de la fertilización, el que reduce drásticamente el rendimiento del cultivo. Los agricultores no efectúan fertilización, pero cuando la hacen, lo realizan con fertilizantes sintéticos en forma descontrolada, esto eleva los costos de producción, así como la dependencia a insumos importados, por lo que es necesario buscar opciones prácticas y viables de sistemas de abonamiento, que conduzcan a minimizar los costos de producción y mejorar el rendimiento de la producción de este cultivo. (Meléndez, 1997).

La población humana crece con rapidez y necesita de más tierra para producir alimentos, fibras para sus tejidos, madera, combustibles; y, la tierra está

siendo degradada por la erosión y otros medios antrópicos a una velocidad alarmante. El suelo, en especial el superficial, se tipifica como un recurso lentamente renovable debido a que se regenera de manera continua por procesos naturales. (Hernandez, 2011).

La disminución de materia orgánica del suelo en los agroecosistemas se debe a qué, las pérdidas de carbono a través de la oxidación y la erosión por el cultivo intensivo no son compensadas con las entradas de carbono a través del retorno de la biomasa vegetal (Grant, 1997). En los suelos afectados por sales, los niveles de carbono orgánico del suelo son generalmente bajos, como resultado del poco crecimiento de las plantas; además, la descomposición de la materia orgánica del suelo pueden verse afectada negativamente por factores como la salinidad (Setia *et al.*, 2011).

Este retorno de la materia orgánica, es una de las principales claves para la productividad del suelo, la cual está recibiendo atención mundial. En particular, la estrategia de la gestión apropiada para el secuestro de carbono, puede mejorar la productividad del suelo y la producción de cultivos, así como ayudar a reducir la acumulación atmosférica de dióxido de carbono (Khalil, *et al.*, 2005). Esto se puede lograr a partir de la biomasa de las plantas que generalmente se retira del campo de la agricultura y de la amplia utilización de estiércol de animales (Khalil, *et al.*, 2005), indica que el uso de compost supone una reducción o freno al efecto invernadero, con un potencial secuestro de Carbono en las zonas áridas de aproximadamente $0,10 - 0,20 \text{ toneladas C} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ para una dosis de aplicación de $20 \text{ TM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$.

Pero en otras ocasiones el suelo permanece indefinidamente contaminado sin que se observen signos de recuperación alguna. Esto significa que los recursos

naturales con que el suelo se defiende han sido sobrepasados y los procesos de recuperación espontáneos no tienen lugar (Hernandez.2011). Esta degradación del suelo, se ha convertido en una preocupación importante ya que existe una creciente conciencia de que el suelo es un componente crítico de la biosfera, no sólo por la producción de alimentos, sino también por el mantenimiento de la calidad del ambiente (Marcotea et al, 2001).

Ante esta problemática agraria, urge determinar la dosis de enmiendas orgánicas para recuperar los nutrientes principales de las tierras agrícolas de la región de Chanchamayo, siendo éste el objetivo principal de nuestra investigación.

1.6. Limitaciones de la investigación

La presente investigación inicialmente tuvo como limitante la elaboración del bokashi como alternativa de enmienda orgánica la cual fue enriquecida con los microorganismos de montaña para acelerar su descomposición, pero no encontró fácilmente estos microorganismos de montaña en forma limpia ya que éstos se encuentran en palos podridos y hojarasca en bosques vírgenes, por lo que se tuvo que internar en partes más profundas en los bosques de nuestra zona, para obtener los microorganismos deseados.

De igual manera no se obtuvo información técnica sobre los microorganismos de montaña nativos de ésta zona, ni para la zona de trópico de nuestra región. Y solo se cuenta, en forma genérica información sobre la composición de los microorganismos de montaña.

Otra limitante fue, el clima de Chanchamayo, por tener un clima muy húmedo con prolongadas temporadas de lluvias, que originan el crecimiento de malezas en los campos agrícolas, generando terrenos anegados, y crean condiciones favorables para la proliferación de enfermedades para las plantas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Productividad de los agrosistemas

Quijano et al, (1996), reportan que existen factores abióticos que determinan la producción potencial de un cultivo, de igual manera existen otros factores, abióticos como la calidad biológica y físico-química del suelo las que limitan el crecimiento y los factores bióticos que reducen la producción, tales como, las plagas y enfermedades.

El enfoque actual para mejorar la productividad y reducir el efecto de las variables que intervienen en la productividad en los cultivos, se está manejando a través de sistemas agrícolas, Además, mencionan que las malas prácticas agronómicas modifican el ambiente físico-biológico en donde se desarrolla la planta, indicando que éstas sólo suprimen o disminuyen los efectos de los factores limitantes o reductores de la producción, pero no determinan su rendimiento directamente.

Según este enfoque, se deduce que si se quiere mantener una alta productividad de un sistema de producción agrícola, es necesario (entre otras acciones) mejorar la calidad de suelo, con la finalidad, de que las plantas se desarrollen y estén bien alimentadas. Se entiende que la calidad de suelo comprende tres principios importantes: a) La productividad del suelo, que se basa en la habilidad del suelo para promover la productividad del ecosistema o agro ecosistema, sin disminuir sus propiedades físicas, químicas y biológicas; b) la calidad medio ambiental, entendida como la capacidad de un suelo para atenuar los contaminantes ambientales, los patógenos, y cualquier posible daño hacia el exterior del sistema, incluyendo también los servicios ecosistémicos que ofrece (reservorio de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, recarga de acuíferos, etc.), y c) la salud, que se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y otros organismos (Astier et al., 2002).

La calidad del suelo y su productividad, están ligadas al conglomerado orgánico y a la cantidad de microorganismos presentes en el suelo, estos constituyentes se consideran como un proceso dinámico que cambian a través del tiempo y del lugar, influenciado directamente por factores como la pérdida de la fertilidad natural al realizar cultivos repetitivos, por forzar altas productividades y por la no reincorporación de los residuos orgánicos al suelo. FAO (1991).

El efecto de la aplicación de enmiendas depende principalmente de las condiciones ambientales que regulan la actividad microbiana que transforma la materia orgánica de los residuos en MO del suelo (Barea et al, 1984). Por lo que, la respuesta a la aplicación de enmiendas en ambientes áridos puede ser muy diferente a la de otros ambientes.

Barea et al (1984), manifiesta que el efecto de las enmiendas depende de las prácticas agrícolas y de su manejo, como por ejemplo, tipo de abono, dosis, frecuencia y forma de aplicación, etc. En general, se acepta que las excretas de los animales aumentan el contenido de MO del suelo pero también incrementan la salinidad, mientras que el compost y vermicompost mantienen el equilibrio iónico del suelo.

Masaki et al, (2000), reporta que los reportes sobre las dosis y frecuencia de aplicación de enmiendas orgánicas es muy abundante y variable: desde dosis muy bajas (4 Mg ha⁻¹) aplicadas en cada ciclo de los cultivos, hasta dosis muy altas (120 Mg ha⁻¹) con resiliencia de 2 a 4 años.

Dalzell & Biddlestone 1990, reportan que las enmiendas pueden distribuirse en todo el lote (en cultivos anuales) o de manera localizada cerca de las plantas (en cultivos perennes) teniendo especial relevancia si son incorporadas o depositadas superficialmente, debido al efecto de la exposición a condiciones climáticas

2.1.2. El compostaje

El compostaje es una tecnología económica y simple y se presenta como una alternativa de solución a los problemas medioambientales de contaminación, ya que se puede aprovechar todo tipo de residuos que sean biodegradables, desde los que producimos en casa, jardines, cocina hasta los que se generan a nivel industrial o municipal como papeles de oficina, desechos de animales, residuos provenientes de mercados, todo ello es aplicable a pequeña o gran escala (Carpio & Cariello, 2015)

El compost se obtiene de la pudrición de la materia orgánica. Según Moreno y Moral (2008) reporta que el compost es lo que se ha obtenido de un proceso de

humificación de la materia orgánica proveniente de residuos ya sean animales o vegetales con condiciones que uno va a controlar.

Según Cajahuanca (2016) manifiesta que el compost orgánico no es tan eficiente porque gran parte de los sub productos se pierden en el proceso de descomposición y no se aprovecha totalmente todos los beneficios que debería tener, contrariamente con la aplicación de los microorganismos eficientes aplicados al compostaje se minimizan los residuos orgánicos, debiendo tener en cuenta ciertos parámetros como la temperatura y pH del compost para facilitar el proceso de la descomposición de la materia orgánica,

Silveira. (1987), reporta que, en la elaboración del compostaje, los microorganismos de montaña ayudan a la bacteria *Rhizobium* y favorecen la fijación de nitrógeno al suelo agrícola, mejorando el crecimiento y rendimiento de las plantas. Esta simbiosis positiva que ocurren en forma natural, se pueden potenciar mediante el empleo de cantidades adecuadas de composta, pues ésta puede estimular y alargar el efecto de los beneficios de los microorganismos de montaña. Por lo que, se considera importante conocer la naturaleza de las interacciones y definir cuáles son los niveles de los residuos orgánicos que favorecen el mayor desempeño de los simbioses utilizados.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. La productividad del suelo

Millar et al, (1975), manifiestan que el efecto del uso de enmiendas depende principalmente de las condiciones ambientales que regulan la actividad microbiana que transforma los residuos de la materia orgánica del suelo.

Silveira et al, (1987), manifiesta que el contenido medio de nitrógeno en la materia orgánica del suelo es de 5% aproximadamente, variando generalmente

entre el 4 y el 6 %. Esto nos indica que la proporción de nitrógeno en la materia orgánica transformada en humus es mayor que en la materia vegetal original. Lo que es explicable si se tiene en cuenta que las bacterias metabolizan el carbono, convirtiéndolo en anhídrido carbónico que escapa del suelo, dando como resultado el enriquecimiento del suelo con nitrógeno.

Quijano et al, (1996) sostiene que el enfoque actual para promover la productividad y definir el efecto de los factores que intervienen en el rendimiento para un cultivo como el frijol, se está manejando a través de sistemas. De igual manera indicaron que existen factores abióticos que determinan la producción potencial de un cultivo, así como la calidad biológica y físico-química del suelo que limitan el crecimiento. A estos factores se agregan los efectos bióticos que reducen la producción, por ejemplo, las plagas. Además, mencionan que las prácticas agronómicas modifican el ambiente físico-biológico en donde se desarrolla la planta, señalando que éstas sólo suprimen o aminoran los efectos de los factores limitantes o reductores de la producción, pero no determinan el rendimiento directamente.

Astier et al. (2002). Afirma que de acuerdo con este enfoque, se reconoce que si se quiere mantener una alta productividad de un sistema de producción agrícola, es condición indispensable promover una buena calidad de suelo, esto con la finalidad de que las plantas se desarrollen y estén bien alimentadas.

La calidad de suelos incluye tres principios importantes: a) La productividad del suelo, que se refiere a la habilidad del mismo para promover la productividad del ecosistema o agroecosistema, sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas; b) la calidad medio ambiente, entendida como la capacidad de un suelo para atenuar la contaminación ambiental, los patógenos,

y cualquier posible daño hacia el exterior del sistema, incluyendo también los servicios ecosistémicos que ofrece (reservorio de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, etc.), y c) la salud, que se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos para los seres humanos y otros seres de nuestro planeta.

FAO, (1991), determina que la calidad del suelo y su productividad, están ligadas al conjunto de sustancias orgánicas y a la cantidad de microorganismos del suelo, estos atributos se consideran como un proceso dinámico que cambia a través del tiempo y del espacio, influenciado directamente por aspectos como la pérdida de la fertilidad natural por la extracción de las cosechas, por las altas productividades y por la pérdida de los residuos orgánicos.

2.2.2. Materia orgánica del suelo

Fortun & Fortun, (1989), reportan que la materia orgánica del suelo está conformada por vegetales y animales en diferente estado de descomposición. Los elementos nutritivos se acumulan en las plantas generalmente formando compuestos orgánicos con una estructura polimerizada. Los cuales están integrados por: carbohidratos; proteínas, polipéptidos y ácidos nucleicos; grasas, ceras y resinas; ligninas; y otros compuestos.

Los suelos agrícolas reciben gran cantidad de restos orgánicos de distinto origen, entre ellos, se considera los rastrojos de las plantas de cultivo que llegan al suelo de dos maneras: se depositan en la superficie (hojas, ramas, flores y frutos) o quedan directamente en la masa del suelo (raíces al morir). Otras dos fuentes importantes son el plasma microbiano y los restos de la fauna que habitan el suelo. Luego de la caída de estos materiales orgánicos al suelo, comienza un rápido proceso de transformación por parte de los macro y microorganismos que utilizan los residuos orgánicos como fuente de energía.

Reportes realizados por Herrera et al, (1999), determinó que el uso continuo de fertilizantes químicos solos, sin la adición de residuos orgánicos, provoca la pérdida de las reservas húmicas del suelo.

De igual manera el mismo autor menciona que cuando un suelo pierde su fertilidad por la desaparición de la materia orgánica. se observa que el fertilizante químico tiende a reducir el rendimiento de los cultivos.

Perez et al, (2000) indicaron que la adición de materia orgánica. cumple dos funciones en el suelo: la primera ligada con las propiedades físicas del suelo y la segunda se refiere al incremento de nutrimento para las plantas. Agregaron que entre los numerosos efectos benéficos pueden citarse los siguientes:

- a) Suministro de productos de descomposición de la M.O. que mejora los cultivos.
- b) Retraso en la fijación de fosforo sobre la porción mineral del suelo.
- c) Activación de procesos microbiológicos.

Guerrero, (1993). Manifiesta que, después de la incorporación de residuos orgánicos al suelo, se inicia la transformación de éstos, aspecto que constituye un eslabón importante en el ciclo del C y en la incorporación de la materia orgánica al suelo. De igual manera, manifiesta que la materia orgánica del suelo está constituida de:

- a) Residuos orgánicos en descomposición,
- b) Productos de origen microbiano,
- c) Biomasa microbiana.
- d) Humatos más resistentes, entre los que se incluye al ácido fúlvico, ácido húmico y las huminas, los cuales poseen gran influencia en la fertilidad de los suelos debido a que afecta sus características físicas, químicas y

biológicas.

Fortun y Fortun, (1989), manifiestan que el proceso general de descomposición de la materia orgánica se realiza lentamente por la acción enzimática de los microorganismos, que van fraccionando poco a poco las unidades moleculares complejas en unidades cada vez más simples, hasta llegar a la producción final de ácidos orgánicos, anhídrido carbónico y el ion amonio.

Astier, (1995). Manifiesta que la mayoría de los abonos orgánicos, contienen varios elementos nutritivos, particularmente N, P y K, además de otros elementos menores los que son una buena fuente suplementaria de P para el consumo de las plantas.

Herrera et al, (1999) indican que el fósforo de la materia orgánica es fácilmente aprovechado en relación al fósforo de la fracción mineral del suelo.

Quijano (1969), manifiesta que la materia orgánica desempeña una función importante en el proceso de liberación de fósforo en el suelo, señalando los siguientes aspectos:

- a Debido a su carácter aniónico, es posible que la M.O. compita con el ión fosfato en las reacciones de adsorción polar, ya que dicha competencia traería como consecuencia una disminución en la fijación de fósforo.
- b Cuando la fijación del fósforo ocurre por reacciones de intercambio o sustitución isomórfica, es probable que algunos aniones orgánicos puedan ser introducidos dentro de las láminas de los minerales arcillosos e impidan el acceso del ion fosfato a esos sitios.
- c cuando la fijación del fósforo es originada por la presencia de óxidos hidratados de fierro y aluminio, su efecto es indirecto ya que la descomposición de la materia orgánica generará ácidos tales como el cítrico,

málico, masónico, etc., capaces de quelatar al fierro y al aluminio impidiendo que estos reaccionen con el fósforo. Esto disminuye la fijación de fósforo.

Masaki et al, (2000), manifiestan que el estiércol animal usado como abono, es una fuente efectiva de fósforo en suelos alcalinos. Aunque su valor agrícola varíe de acuerdo con el tipo de animal y la clase de forraje que le sirvió de alimento. En el estiércol pecuario, del fósforo total, el 80% está presente en forma inorgánica y puede ser utilizado por las plantas muy eficientemente del 90 al 100%. La aplicación de altas cantidades en períodos largos satura lentamente el suelo con P, tomando de 15-30 años.

2.2.2.1 Importancia de la materia orgánica en el suelo

Astier, (1995), sostiene que la materia orgánica del suelo está compuesta por residuos de plantas, animales y microorganismos que han muerto en ese suelo. La descomposición de estos residuos, especialmente los que contienen lignina, dan origen al humus. El humus es de gran importancia en el suelo porque posee nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micronutrientes. Además, los ácidos poliurónicos, que son un producto intermedio en la formación del humus, son los responsables de mantener la estructura del suelo. De igual manera, sostiene que el crecimiento de las plantas disminuye la fertilidad del suelo, pero ésta puede conservarse si se reintegran al suelo los nutrimentos extraídos por dichas plantas.

Astier, (1995), reporta que con la intención de incrementar la productividad de los sistemas agrícolas, los tecnólogos sintetizaron los fertilizantes químicos, que conjuntamente con la materia orgánica (M.O)

se les ha considerado elementos esenciales o complementarios para obtener elevados rendimientos agrícolas. Dada la importancia del humus para la producción agrícola, es necesario destacar que éste no se acumula en proporciones altas en los suelos tropicales, como ocurre en los suelos de las regiones templadas.

Según Millar et al (1975), en el suelo de la selva, puede haber entre un 3 – 6% de humus. Cuando estos terrenos son puestos en producción de cultivos, el humus existente puede ser completamente gastado al cabo de uno a tres años debido a las condiciones que imperan en estos suelos.

Según Millar et al (1975), sostiene que la materia orgánica le da al suelo:

- a.** Sustancias agregantes, que le dan estructura estable ante la acción de las lluvias.
- b.** Ácidos orgánicos y alcoholes, que durante su descomposición sirven como fuente de carbono para los microorganismos no patógenos y fijadores de nitrógeno.
- c.** Nutrientes a los microorganismos activos en la descomposición, los cuales producen antibióticos que protegen a la planta de plagas.
- d.** Sustancias intermedias producidas por la descomposición, que pueden ser absorbidas por las plantas.

Asimismo, cuando la materia orgánica es convertida en humus, se logra los siguientes beneficios:

- a.** Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- b.** Aumenta el poder amortiguador del suelo; que previene las variaciones bruscas de pH.

- c. Aumenta el contenido de sustancias como los fenoles. Un heterocondensado de sustancias fenólicas contribuye a la respiración, a una mejor absorción del fósforo y a la sanidad vegetal.
- d. Provee una gran biodiversidad microbiana y mesofaunica que da estabilidad al sistema de suelos.
- e. La materia orgánica determina la productividad a largo plazo de un suelo.

2.2.2.2 Importancia de Biodiversidad en el suelo

Millar et al, (1975), sostiene que un suelo sano contiene diversos microorganismos, mesofaunas y raíces de plantas o hierbas asociados con su sistema dinámico de intercambios nutricionales y flujos energéticos. Esta composición del suelo lo conocemos como la biodiversidad, que comprende una gran diversidad de organismos que da vida al suelo. En efecto, un suelo sano es la complejidad de los seres vivos pequeños junto con su alimentación, su hospedaje, sus comunidades, y su medio-ambiente especial, que trabaja armoniosamente en un sistema completo.

Millar et al, (1975), manifiesta que cuando se pierde la materia orgánica del suelo, se pierde la biodiversidad. La materia orgánica es la alimentación que sostiene la biodiversidad y sin ella, la biodiversidad está limitada. Esto promueve la especialización de los microorganismos agresivos causando los daños patogénicos como *Fusarium*. Esta pérdida de biodiversidad trae otras consecuencias al cultivo y se niega los beneficios al cultivo que son difíciles a reemplazar.

- a. **Control biológico a base de equilibrio en el suelo.** Se encuentra diversos microorganismos que son antagónicos a los microorganismos

patógenos. Esta condición se da en suelos exentos de enfermedad. Con la presencia de microorganismos como *Penecillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Streptomyces* y otros, se puede bajar la patogenicidad de *Fusarium* a menos de 5%, como porcentaje que no afecta el cultivo. También se puede observar la función de anti-oxidantes contra toxinas de algunos microorganismos patogénicos. Los suelos sin biodiversidad son los que más podría ser “*suelos inductores de enfermedad*”. En el control biológico se considera las siguientes acciones: competencia (en espacio y alimento), amensalismo (en el cual uno es suprimido e el otro no se afecta), y también el parasitismo y predación (que son ataques directos de un organismo hacia al otro).

- b. Zimogénesis.** Es la acción de descomposición o simplificación de las moléculas orgánicas por la presencia de los microorganismos fermentativos. Este zimogénesis ocurre de forma natural con los diversos microorganismos de los remanentes. Con un poco de enmienda y la presencia de los microorganismos benéficos, se activan todos los microorganismos para que produzcan un suelo de buen olor de fermentación y con los efectos al suelo en la permeabilidad, agregación, aireación y suavidad, además del aspecto nutritivo.
- c. Síntesis.** Es la acción de los microorganismos que fijan nitrógeno de la atmósfera y dióxido de carbono para producir amino-ácidos, carbohidratos y proteínas que los cultivos reciben en simbiosis (la interacción de dos entidades con un resultado en donde el producto es mayor de la suma de los dos entidades individualmente actuando) al ser

liberado cuando se mueren los microorganismos, u al intercambio continuo durante la vida de las colonias de microorganismos.

- d. Intercambios y Comunicaciones.** Los microorganismos como las micorrizas hacen puentes y caminos para trasladar fósforo de varios metros, incluso hasta 30 metros. Muchos hongos son puentes que penetran algunas raíces y descargan sustancias a los cultivos. Este fenómeno podría ser cualquiera de las siguientes acciones: mutualismo (una convivencia sin efectos negativos), comensalismo (en donde uno se beneficia, pero no afecta el otro), proto-cooperación (donde hay beneficio mutuo sin que la asociación sea obligatoria para que funcione cada uno).
- e. Bancos de Nutrientes y Reciclaje.** La presencia de la biodiversidad asegura muy poca fuga de los elementos como Nitrógeno y Potasio porque los microorganismos lo utilizan y intercambian continuamente como un banco, un depósito de los elementos esenciales. Estos microorganismos reciclan los elementos a otros seres vivos como parte de la cadena alimenticia y de equilibrio.
- f. Remoción y recomposición de los ingredientes nocivos en el suelo.** La presencia de algunas bacterias con capacidad para utilizar Hidrógeno libre y el azufre en el suelo ayuda a cambiar el pH al utilizar el H para convertirlo en azúcares y también disminuye la formación de metano, hidrosulfito y amoníaco que son dañinos a las plantas y producen malos olores. Estas bacterias son las bacterias fotosintéticas que captan el exceso de iones de Hidrógeno, azufre y amoníaco y producen los compuestos nutritivos a los cultivos. A la vez, producen Oxígeno para

las raíces de las plantas. Este efecto ayuda minimizar un gran contaminante a la atmósfera, el metano que vuelve ser útil en el suelo, especialmente en los arrozales anegados.

- g. Flujo energético en la dinámica del medio suelo.** Todo los procesos fisiológicos y bioquímicos de los microorganismos liberan electrones en el medio del suelo que dinamiza las varias sustancias en la rizosfera para mover y acercarse a las raíces de las plantas y luego entrar a los poros de las raíces. Este dinamismo es clave para que los micronutrientes con poca movilidad podrían ser disponible a las raíces. La liberación de los electrones significa un suelo vivo con posibilidades de circular en su sistema los diferentes compuestos y iones para agilizar los procesos varios dentro del suelo y los otros seres vivos.
- h. Construcción y mejoramiento del suelo.** Muchos microorganismos producen ácidos sulfhídricos y ácidos orgánicos que disuelven los elementos como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, calcio, etc. atrapado en las partículas finas proveniente de las rocas basales. El carbonato de calcio podría se convertido a sulfato de calcio que el más soluble que la forma carbonato de calcio.
- i. Reconstrucción y Reparación Continua del Suelo.** La presencia de diversos microorganismos permite una cadena de vida que incluye las meso faunas que ayuda a perforar los suelos y producir un sistema de drenaje, almacenamiento de agua y aireación. Esto además de la reparación de la estructura física del suelo con la fermentación de las ligninas que trae las cadenas carbónicas largas de los ácidos húmicos clave en la agregación de los suelos Millar et al, (1975).

Esta biodiversidad es lo que llamamos la biodiversidad activa, utilizando los procesos de los diferentes seres vivos además de utilizar sus subproductos. La biodiversidad activa es clave para la salud de suelo con todos sus procesos dentro de un sistema completo. En fin, la biodiversidad es la vida del suelo sano, pero se ha eliminado con los impactos desequilibrantes por un sistema dominado por los agrotóxicos (herbicidas, nematicidas, fungicidas, y otros biocidas), todos insumos sintéticos con un efecto de especialización y proliferación de algunos organismos más agresivos que vuelven ser patogénicos. (Celik *et al.*, 2004).

Los efectos de la eliminación de la biodiversidad y la eliminación de materia orgánica se han visto en las siguientes observaciones en el cultivo del banano:

- a) formación de una capa dura impermeable de los suelos descubiertos de unos 20 años, promoviendo la migración y concentración de las partículas finas arcillosas en esta capa dura.
- b) Especialización de los organismos patogénicos más agresivos y virulentos como en las varias razas de mal de panamá en el suelo.
- c) Mayor ataque de nematodos en las raíces de banano, que (sin la biodiversidad) es ahora la única materia orgánica para hospedarse y alimentarse.
- d) Erosión o lavado continuo de las capas superficiales que son las más fértiles del suelo con un efecto de filtración en otras partes.
- e) Concentración de los insectos en los tallos y cormos por no tener otras vegetaciones disponibles, como en el caso del picudo negro.

Astier (1995), manifiesta que la biodiversidad del suelo es más necesario ahora luego de ver las consecuencias graves que se han presentado al eliminar la biodiversidad. Para recuperar la biodiversidad debemos de restituir e incrementar la materia orgánica, especialmente con la aplicación de Bokashi.

2.2.2.3 Aplicación de residuos orgánicos

Millar et al, (1975). Manifiesta que, como un producto secundario de la actividad pecuaria se produce una gran cantidad de deyecciones sólidas, (excretas), las cuales en su mayor parte (80%) se reincorporan al suelo como materia orgánica. La adición al suelo de materiales orgánicos de varios orígenes ha sido una de las prácticas de rehabilitación más comunes para mejorar las propiedades físicas de los suelos.

Celik et al, (2004). Sostiene que en base al conocimiento que se tiene del manejo que se le da al estiércol, se puede establecer que la incorporación del estiércol a los suelos realizada sin un tratamiento previo, permite la proliferación masiva de malezas, plagas y enfermedades. por lo cual esta práctica, también se le puede considerar como un factor contaminante y un problema sanitario para el ambiente.

Asimismo, manifiesta que de los estiércoles aplicados al suelo se aislaron parásitos patógenos para el hombre y animales.

Las cantidades usadas y la frecuencia de aplicación normalmente son en cantidades abundantes, lo que puede incrementar la salinidad de los suelos; y, ocasionar toxicidad en las plantas o crear problemas en los animales por excesos de nitratos Millar et al, (1975).

Una manera de evitar estos efectos colaterales negativos y propiciar una mejor descomposición de las excretas, es mediante el uso de una buena relación C:N; aspecto que se puede manejar a través de un método de transformación llamado composteo. (Astier, 1995).

2.2.3. Bokashi

Bokashi, que en japonés significa “materia orgánica fermentada”; es una traducción de esta palabra al español (refiriéndonos a la enmienda orgánica) el cual es un abono orgánico fermentado. (Masaki, et al. 2000).

De igual manera el mismo autor, manifiesta que tradicionalmente, para la preparación del Bokashi, los agricultores japoneses emplean materia orgánica tales como la semolina de arroz, la torta de soya, la harina de pescado y tierra de los bosques como inoculante de microorganismos. Esta tierra de los bosques contiene microorganismos benéficos que aceleran la elaboración del abono. El Bokashi ha sido utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que incrementa la diversidad microbiana, para mejorar las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y le adiciona de nutrientes para el desarrollo de los cultivos.

2.2.3.1. Ventajas del Bokashi.

El bokashi mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización. Además, suministra organocompuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación.

También ayuda en la formación de la estructura de los agregados del suelo. (Masaki, et al. 2000).

También sostiene que el Bokashi se puede preparar en corto tiempo y no produce malos olores ni moscas.

2.2.4. El frijol

Ganoza (2014). El Perú cuenta con gran variedad de frijoles adaptados a diferentes ambientes y épocas del año; siendo el frijol “castilla” o “chileno” o “caupi”, y el “frijol de palo” los que conforman los dos tipos más demandados por la población de nuestro país y es uno de los principales productos agrícolas de la exportación peruana.

Las menestras con demanda externa como frijol de palo, frijol común, frijol caupi, se cultivan principalmente en la costa, donde se registran incrementos de producción en los últimos ocho años de 0.8 a 2 Tm/ha. Sin embargo; la productividad promedio nacional se encuentra en 1.2 t/ha. (Cardona, 2002).

El frijól común (*Phaseolus vulgaris* L.) se considera como una fuente alimentaria económica y accesible de proteína para la población, su uso en el Perú se ha generalizado llegando a 15 kilos de consumo anual *per capita* Se cultiva prácticamente en todo el territorio nacional. (Sánchez *et al.*, 2001).

Los rendimientos promedios por hectárea obtenidos son de 677 kg/ha, los cuales se consideran bajos en relación con el potencial productivo observado en los estudios realizados por Cardona et al. (2002). Esta baja productividad, y el incremento de la población en el país señalan la necesidad de incrementar su producción (Sánchez et al., 2001). Dentro de las estrategias que se pueden utilizar para conseguir este propósito está la de proporcionar una buena calidad del suelo para una mejor disponibilidad de los elementos nutritivos para el fríjol, se

considera que algunos de ellos no obstante de que son esenciales para la nutrición de frijol como el carbono y el oxígeno, son fácilmente disponibles a través de la atmósfera y el agua (Sánchez *et al.*, 2001).

2.2.4.1. Descripción botánica

Melendez, (1997), manifiesta que el crecimiento del frijol es variado, dentro de los que se puede mencionar el de crecimiento determinado (llamado enano) o arbustivo (por lo general, permanecen erectas como arbolitos), en el Perú, generalmente se le conoce como frijol de suelo o rastrojero y el crecimiento indeterminado o voluble, generalmente están postradas o son rastrojeras si no tienen un apoyo vertical para treparse fácilmente por medio de los zarcillos se enrolla a un soporte que también se le conoce como frijol de enredaderas, a las variedades que se desarrollan de esta manera.

De igual manera sustenta que en el primer caso las flores se encuentran en una inflorescencia terminal del tallo principal, característica que determina o finaliza el desarrollo de la planta. En el segundo caso la floración es axilar y, el crecimiento del tallo continúa en forma indeterminada, éste último puede sub-dividirse en tres formas: el Indeterminado arbustivo, indeterminado postrado e indeterminado trepador.

2.2.4.2. Morfología

Esta planta posee un sistema radicular bien desarrollado, compuesto de la raíz principal y muchas raíces secundarias. Los tallos son delgados y débiles, angulosos, y de alturas muy variables. El porte de la planta está determinado por la forma de los tallos; si el tallo principal

presenta una inflorescencia terminal, la planta tendrá un crecimiento determinado (variedades enanas o erectas) y si el tallo no produce esta inflorescencia terminal y las inflorescencias aparecen en las axilas, la planta tendrá un crecimiento indeterminado (variedades guiadoras o trepadoras). (Ganoza, 2014).

Existen variedades precoces o de maduración uniforme (70 días) de tipo determinado y las tardías (6 a 8 meses), de tipo indeterminado, que presentan maduración desigual.

El cultivo de frijol Castilla o capi, se presenta como una excelente alternativa para un gran número de pequeños agricultores de la región, gracias a su corto periodo vegetativo que puede utilizarse como cultivo de campaña chica, como lo hacen productores de arroz que aprovechan con el frijol caupí el remanente de humedad de sus campos. O como cultivo estacional, como lo hacen la gran cantidad de productores temporales aprovechando la época de lluvias (Ganoza, 2014).

El frijol castilla o caupi, tiene un mayor rendimiento y beneficio económico cuando se siembra como cultivo principal, ya que tratado adecuadamente logra rendimientos de más de 2.500 Kg./Ha. lo cual permite conseguir ingresos similares o superiores a otros cultivos en las mismas zonas. En la actualidad, la productividad del frijol caupi, castilla o chileno, se ha incrementado de 800 a 1200 kilos por hectárea con la incorporación de variedades más productivas y con la aplicación de nuevas tecnologías. Según el Ministerio de Agricultura, anualmente se instalan entre 6 mil y 8 mil hectáreas principalmente en los valles de la costa y zonas de la selva del Perú. (Ganoza, 2014).

Además, existe una gran demanda externa donde tenemos que los principales países de destino del producto son Portugal, Estados Unidos, Grecia, Reino Unido, Argelia, Bélgica, España, Emiratos Árabes, Israel, Ecuador, Colombia y Venezuela.

El sistema radical del frijol consta de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales dándole la forma de un cono; como en todas las leguminosas, el frijol hace simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, formando nodulaciones, de tamaños muy variados. Estas nodulaciones reciben de la planta carbohidratos, pero tienen la propiedad de fijar el nitrógeno del aire del suelo, el cual es cedido en una buena proporción a la planta. Cardona et al. (2002).

El mismo autor sostiene que los tallos son delgados, débiles y angulosos y de forma cuadrangular; son órganos que parcialmente almacenan pequeñas cantidades de alimentos fotosintetizados los cuales más tarde son transferidos a las vainas y frutos y luego cuando los tallos son viejos se ahuecan.

Cardona et al. (2002), manifiesta que las hojas son alternas, compuestas de tres folíolos, dos laterales y uno terminal, de forma y tamaño muy variables con pulviniolos fotosensitivos. Las hojas pueden variar su estructura ligeramente de acuerdo con el medio ambiente donde crecen.

De igual manera reporta que la inflorescencia, pueden ser terminal o axilar, y están dispuestas en racimos con numerosas flores, de número variable, lo cual es un carácter de las variedades. La flor es típica y caracteriza a la familia, en forma retorcida siguiendo la circunvalación de la quilla.

El tiempo a florecer varía con la variedad, temperatura y fotoperiodo, y normalmente es 28 - 42 días. La floración normalmente se completa en 5 - 6 días a los 20 - 25 °C en los genotipos arbustivos determinantes y en 15 - 30 días en los genotipos trepadores indeterminados. Las flores abren a la salida del sol y se marchitan al ocaso. La autopolinización; la frecuencia de polinización cruzada es baja. Dos tercios de las flores producidas pueden abortar a bajas temperaturas o tensión de humedad, por lo que los frutos jóvenes y las semillas en vía de desarrollo pueden presentar abscisión. La abscisión es muy frecuente en flores formadas en los nodos finales y ramas, y en las flores finales o racimo con las flores múltiples. El período de llenado de la semilla puede tomar como 23 días a casi 50 días. La madurez de la semilla seca se alcanza 65 - 150 días después de sembrar. (Melendez, 1997)

El mismo autor sostiene que la vaina es lineal más o menos comprimida, típica legumbre, cuya placenta se abre (dehiscente) en la madurez, en la parte ventral. Las vainas pueden ser de varios colores, formas y características.

Indican que los granos son de formas muy diversas, sin embargo, menciona que los tipos más importantes son de forma esférica, redonda, arriñonada, cilíndrica, y otras formas. Los colores pueden también variar mucho y además presentar matices con diferentes diseños. Los granos están constituidos por dos cotiledones, formados de tejido parenquimatoso con alto contenido de almidón y proteínas.

Para el Perú, el frijol, se puede sembrar en todos los climas, desde los 50 hasta los 2,300 metros sobre el nivel del mar por lo que es

denominado un cultivo cosmopolita (Melendez, J 1997).

2.2.4.3. Clasificación Taxonómica

Tabla 1: Clasificación taxonómica del frijol Castilla

En la tabla 01, se observar la clasificación taxonómica del frijol castilla

Reyno	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Leguminosae
Familia	Fabaceae
Género	Vigna
Especie	Unguiculata (L). Walp (Ospina 1995)
Nombre científico	<i>Vigna unguiculata</i> . L. Walp
Nombre común	Caupi, castilla, chileno

Fuente: Melendez, 1997

2.2.4.4. El cultivo del frijol

Las leguminosas son una fuente rica de proteínas, encuestas dietéticas llevadas a cabo por INCAP han demostrado que el Frijol es la fuente de proteínas de más importancia en la dieta de la población rural en América Latina. Ver tabla 02. (Melendez, 1997).

El atributo nutricional más importante de las leguminosas es su efecto suplementario sobre las dietas compuestas por cereales, que generalmente son utilizadas en las regiones tropicales y subtropicales de nuestro país, las dietas compuestas por frijol-arroz, frijol – yuca, frijol-maíz, pero dicho efecto está limitado por la deficiencia de aminoácidos azufrados y por los llamados factores anti-nutricionales. (Cardona, et al. 2002).

El frijol, “constituye la leguminosa que ha sido objeto de mayor estudio en América Latina, por ser la fuente principal de proteína, así como por formar parte importante de los hábitos alimentarios de los pobladores, la importancia que tiene esta leguminosa, es el costo de la producción de la proteína que contiene, ya que es bajo en comparación con la proteína de origen animal. (Cardona, et. al. 2,002).

Tabla 2: Contenido Nutricional por cada 100 gramos de materia seca.

Energía	337 Kilo-calorías
Proteína	22 gramos
Grasa	1.6 gramos
Carbohidratos	60.8 gramos
Ceniza	3.6 gramos
Calcio	8.6 miligramos
Fósforo	247 miligramos
Hierro	7.6 miligramos
Tiamina	0.5 miligramos
Riboflavina	0.19 miligramos
Niacina	2.1 miligramos
Vitamina C	3 miligramos
Retinol	2 microgramos

Fuente: Cardona, et al. 2002

El mismo autor reporta que en la selva central, el frijol es parte de la dieta diaria de la población, más que todo por aspectos tradicionales y culturales debido a que ha sido cultivado y consumido desde tiempos ancestrales.

En nuestro país existe una alta deficiencia de proteína de origen animal al igual que todas las naciones pobres. Una de las razones es el alto

costo de las proteínas animales en el mercado. Es allí donde el frijol mantiene su importancia porque proporciona una gran parte de la proteína necesaria para la buena alimentación de la población, a precio más bajo. (Cardona, et. al. 2,002).

2.2.4.5. Requerimientos nutricionales del frijol

El frijol en su cultivo absorbe cantidades altas de N, K y Ca y en menor cantidad S, Mg y P. La información que se muestra en la tabla 2 nos da una idea de los requerimientos de los nutrientes esenciales para el frijol, obtenida a partir de trabajos realizados en el trópico con frijoles de hábito de crecimiento determinado o arbustivo. Es de esperar que, para el caso de frijol de hábito de crecimiento voluble, cuya producción en tallos y vainas es más alta, la demanda por nutrientes sea mayor. Surge entonces la necesidad de adelantar estudios locales sobre absorción de nutrimentos del frijol que se relacionen con las condiciones del cultivo en cada lugar, y así llegar a tener la recomendación más ajustada para cada caso en particular. (Ganoza. 2014).

Tabla 3: Exigencias minerales del frijol

Componentes de la cosecha	Kg/Ha.					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Vainas	32	4	22	4	4	10
Tallos	65	5	71	50	14	15
Total	97	9	93	54	18	25

Fuente: (Ganoza. 2014).

El incremento en los rendimientos de los cultivos aumenta la remoción de nutrimentos del suelo y provoca su disminución y desbalance de éstos. El N y P son los nutrimentos comúnmente más deficientes y

probablemente los más afectados por las prácticas de manejo ((Ganoza. 2014).

En forma general, la necesidad de fertilización para el fríjol, de acuerdo con Flor, (1985), es de N = 102; P=9; K=93; Ca=54; Mg =18; S=25 kg./ha (Ver tabla 3).

Tabla 4: Niveles de nutrimentos necesarios para la producción de frijol

Análisis	Método	Nivel crítico Fríjol
pH	Suelo / agua = 1:1	5 a 8.1
Al	KCL 1N	1 me/100 g
P	Bray II	15 mg/kg.
K	Carolina Norte	50 mg/kg.
Ca	Acetato de Amonio 1N	4.5 me/ 100 g
Na	Acetato de Amonio 1N	4 %
B	Agua caliente	0.4-0.6 mg/kg.
Zn	Carolina Norte	0.8 mg/kg.
Mn	Carolina Norte	5 – 9 mg/kg.

Fuente: (Ganoza. 2014).

El ritmo de la absorción de nutrimentos durante el ciclo vegetativo, ha servido para hacer coincidir la época y dosis de aplicación de los fertilizantes en el campo con los períodos de máximo requerimiento de estos elementos Cardona et al. (2002), determinaron en un ensayo de macetas que la planta de fríjol tiene su absorción máxima de N, K y Ca a los 50 días después de la emergencia, de S a los 60 y de Mg a los 70 días de emergencia. La cantidad de absorción de P es más a menos constante durante todo el ciclo vegetativo.

El contenido de los elementos nutricionales dentro de la planta, varían según el balance entre el suministro y la demanda de los distintos órganos de la planta. El P se absorbe en cada cosecha aproximadamente 16 kg./ha lo que representa el 13% de la cantidad de N absorbido por el fríjol

en un ciclo vegetativo ((Ganoza. 2014).

2.2.4.5 Elementos nutritivos más importantes del frijol.

Nitrógeno

El N es un componente básico de proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, vitaminas, etc. el frijol como leguminosa, necesita altas cantidades de N en comparación con las gramíneas. Por otro lado, la deficiencia del N se considera poco trascendente puesto que el frijol tiene la facultad de fijar parte del N requerido para su desarrollo, por medio de la asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*.

El N se absorbe como elemento inorgánico por la raíz; ejemplo NH_4^+ (catión) y NO_3^- (anión), en la raíz, los iones se transforman en N orgánico, (amidas, ureidos, etc.) antes de ser traslocados. Estos componentes son básicos para producir los aminoácidos y proteínas en las hojas. El exceso de N se almacena para posteriormente ser translocado a diferentes partes de la planta, esto quiere decir que el N en la planta es móvil y se puede transportar a donde se necesite (Bautista, et al, 2004)

Fósforo

La situación del fosforo es distinta y merece especial atención porque su disponibilidad está limitada en el suelo y frecuentemente restringe el crecimiento de las plantas, su deficiencia es muy común en Latino América y se clasifica como el principal factor limitante en la producción del frijol (Sanchez, 1982).

Este elemento es un componente para las nucleoproteínas, ácidos nucleicos (ARN y ADN), fosfolípido, que tiene multifunciones en el metabolismo de la planta. El fosforo es importante también en la

transferencia de energía en el proceso de metabolismo ATP por ejemplo, traslada la energía entre la parte que produce a la parte que consume. Participa también en la transportación de carbohidratos de la parte aérea de la planta, a las vainas. Esto quiere decir que el fósforo se necesita hasta la época de la maduración fisiológica (Sanchez, 1982).

Cuando la planta presenta esta deficiencia, todo el metabolismo se disminuye y finalmente la planta se queda de tamaño pequeño. El contenido del fosforo en las estructuras reproductivas es muy alto en comparación con la parte vegetativa, el P se almacena como Phytina en el grano, lo cual se usa en la planta en los primeros días de germinación como fuente de P y Mg. (Flores, 2008).

En el suelo, el fosforo se encuentra en forma inorgánica y orgánica, se absorbe principalmente en forma de ortofosfato ($H_2PO_4^-$) y poco de la forma polifosfato HPO_4^{2-} . El P de origen orgánico después de transformarse en ortofosfato queda disponible para la planta. La tasa de transformación de forma no disponible a forma disponible marcha lentamente, por eso el fósforo nativo no es suficiente para cubrir las necesidades de la planta (Flores, 2008).

Fuera de su función específica en la planta, los elementos nutricionales tienen una interacción entre sí, sean en forma antagónica o sinérgica. También en el suelo hay interacción entre ellos y la mayoría en forma antagónica; lo que es una desventaja para que la planta los asimile. (Jarquin et al, 2011). Algunos de los residuos orgánicos que sirven como fuente de fósforo se indican en el Tabla 5.

Tabla 5: Fuentes naturales de fosforo

Material	Ácido fosfórico %
Gallinaza en fresco	1 – 1.5
Gallinaza en seco	1.5 – 2.0
De oveja y cabra en fresco	0.6
De oveja y cabra en seco	1.0 – 1.9
De puerco en fresco	0.45
De caballo en fresco	0.35
De caballo en seco	1.0
De vaca en fresco	0.25
De vaca en seco	1.0

Fuente: Jarquin et al, 2011)

Aluminio

El aluminio no tiene función específica en el metabolismo del fríjol, sólo que puede ocasionar toxicidad; la presencia del aluminio a nivel tóxico es común en suelos ácidos (Murillo et al 1997).

2.2.4.6. Rendimiento

La producción de los cultivos es afectada por dos tipos de factores, los bióticos y los abióticos. Los factores bióticos son aquellos en los que el hombre puede tener influencia de alguna manera, por ejemplo, la semilla (variedades o cultivares), plagas (insectos, malezas, roedores, aves, microorganismos benéficos y perjudiciales), mientras que en los factores abióticos el hombre no puede modificarlos a menos que sea un ambiente controlado (invernadero), por ejemplo, la temperatura, la humedad relativa, la precipitación pluvial, las heladas, también pueden estar; tipo y profundidad de suelo, disponibilidad de nutrientes esenciales, viento, fuego, salinidad, luz, longitud del día, terreno y pH (la medida de acidez o alcalinidad de suelos y aguas) (INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA Y BIOQUIMICA (2011).

En mismo autor manifiesta que el crecimiento de un cultivo es afectado por un grupo complejo de factores ambientales, los de mayor impacto es la precipitación pluvial, la radiación solar y la temperatura estacional. La relación entre el crecimiento y el rendimiento de un cultivo, está en función del clima en el que se realice el cultivo, considera también que el agua es el factor más importante de los tres factores (FAO, 1991).

También reporta que en estudios en maíz demostraron que la temperatura expresada en grados de calor por día, tiene incidencia en la producción del rendimiento y se ha tomado como base para la clasificación del desarrollo y madurez de los cultivos. La radiación solar acumulada en las etapas de desarrollo del cultivo también es determinante para la producción de materia seca en Girasol.

En un clima cálido la producción de materia seca y rendimiento de frijol (variedad Michoacán 12-A-3`) varía en función de la fecha y época de siembra, también él demostró que la producción de biomasa y rendimiento en frijol es diferente entre las siembras invernales y las de verano, siendo superiores en volumen de peso las invernales, esto debido a que la evapotranspiración y la radiación solar son más bajas en el invierno. (Graham & Halliday, 1977).

Un estudio en México de déficit hídrico en planta, acumulación de materia seca y área foliar en tres etapas vegetativas en frijol, en donde llegó a determinar que, el déficit hídrico, redujo el peso seco de las partes de la planta en forma diferencial, particularmente en las etapas vegetativas de tercera y primera hoja compuesta; así mismo

redujo el área foliar. La variedad de frijol Bayo, presentó mayor reducción del área foliar, del peso seco del tallo principal y del vástago, comparado con Pinto Villa. El número de días para llegar al inicio de la condición de marchites permanente en la hoja de referencia se incrementó al progresar la etapa. El déficit hídrico disminuyó la relación peso seco hoja/tallo en las dos variedades. (Graham & Halliday, 1977).

2.3. Definición de términos básicos

- Enmienda orgánica. es el producto procedente de materiales carbonados de origen vegetal o animal, cuya función es mantener o aumentar el contenido de materia **orgánica** del suelo, mejorar sus propiedades físicas y mejorar, también, su actividad química o biológica
- **Materia orgánica.** es materia conformada de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural. La materia orgánica está formada por materia inerte y energía
- **Suelo agrícola.** es aquel que se utiliza en el ámbito de la productividad para hacer referencia a un determinado tipo de suelo que es apto para todo tipo de cultivos y plantaciones, es decir, para la actividad agrícola o agricultura
- **Rastrojo de cultivo.** Se conoce como rastrojo a los residuos y los restos que quedan en la tierra luego de segar. Los rastrojos se forman con las partes de las hojas y los tallos que caen a la superficie después del corte de los cultivos.
- **Biomasa total de la planta.** Es la cantidad de masa de material vivo y se expresa como gramos o calorías (julios) por ml o g de muestra. Un método directo y sencillo de cuantificación de la biomasa de una población es la estimación del peso seco por g ó ml de muestra.
- **Crecimiento de la planta,** Es el incremento de altura de la planta. Hay plantas

que alcanzan grandes tallas en corto tiempo y otras que se llevan muchos años en alcanzar su tamaño adulto, de manera que hay plantas que culminan su ciclo completo en meses, mientras que otras viven por siglos.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La enmienda orgánica de bokashi adicionados el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), recuperan los principales nutrientes de las tierras agrícolas para la región de Chanchamayo,

2.4.2. Hipótesis Específica

- Los niveles de bokashi adicionados con el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), incrementaran la altura de la planta de frijol
- Los niveles de bokashi adicionados con el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), incrementaran la biomasa total de las plantas de frijol
- Los niveles de bokashi adicionados con el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), incrementaran efectividad de los nutrientes del suelo agrícola.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

- Bokashi

2.5.2. Variable dependiente

- Altura de la planta
- Biomasa del frijol
- Nutrientes del suelo agrícola

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Definición operacional de variables

Variable	Dimensión	Indicador
Independiente		
- Bokashi	Concentración del abono orgánico	<ul style="list-style-type: none"> - 3 TM/Ha. - 4 TM/Ha. - 5 TM/Ha. - 6 TM/Ha. - 0 TM/Ha
Dependiente		
Crecimiento de la planta	Centímetro	- Longitud de la planta
Biomasa del frijol	Kilos	Peso seco de la planta
Macronutrientes del suelo	Macronutrientes	Nitrógeno Fósforo Potasio

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo Aplicada, porque estudia el comportamiento del frijol castilla y la influencia del bokashi como abono orgánico para la planta, tiene base científica los fundamentos teóricos de la fisiología vegetal, para determinar la influencia del bokashi como materia orgánica, para mejorar el suelo agrícola en la provincia de Chanchamayo, bajo condiciones de trópico de la selva central del Perú, sustentado por (Serrano & Vargas, 2005), quien manifiesta que la investigación aplicada es la que se ejecuta con la intención de investigar y resolver un problema para ampliar el conocimiento científico en algún área específica de la ciencia, tomando como base, las ciencias básicas. Los logros de la investigación aplicada expanden el conocimiento de un ámbito concreto, dando lugar a que el conocimiento científico pueda ser usado para innovar la tecnología agraria.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación que se ha usado, es el Básico y experimental, porque manipula la variable: independiente (dosis de bokashi) para evaluar la variable dependiente cuyo objetivo es recuperar los principales nutrientes de las tierras agrícolas para la región de Chanchamayo; afirmación sustentada por Tamaño y Tamaño, (1998), quien manifiesta que en una investigación básica experimental se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas – antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependiente (supuestos – efectos) dentro de una situación de control para el investigador”.

3.3. Método de la investigación

Para evaluar los tratamientos se usó el método experimental, porque el investigador manipula una o más variables de estudio, con la intención de evaluar la influencia de la variable dependiente y su efecto en los indicadores observados

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación que se usó para la presente investigación, fue el diseño completamente al azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, para lo cual se presenta el siguiente modelo aditivo lineal:

3.4.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor observado

μ = Media poblacional.

τ_j = Efecto del tratamiento (parámetro) en la unidad experimental.

e_{ij} = Error, valor de la variable aleatoria Error experimental.

$i=1,2,\dots, t$

$j=1,2,\dots,ri$

3.4.2. Análisis de variancia

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	fc	Ft		Sgn.
					5%	1%	
Tratamientos	4						
Error	12						
Total	19						

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Población: está conformado por 20 parcelas de suelo agrícola; la que comprende 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Muestra: La muestra La integran 5 parcelas de suelo agrícola para los 5 tratamientos y sus 4 repeticiones.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se usó en el desarrollo de la presente investigación fue la observación y el instrumento de recolección de datos se realizaron con las fichas de colección de datos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La presente investigación es a nivel de pre grado, para optar el título profesional de ingeniero agrónomo, por lo que, la validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación se realizó mediante la consulta bibliográfica para la elaboración de los instrumentos de evaluación para la presente investigación en relación a las variables a ser evaluadas, con los que nos permite obtener los datos para dar respuesta al efecto de los tratamientos sobre la variable dependiente.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

El análisis de los datos se realizó con el software Excel para compilar los resultados que se obtuvieron de las evaluaciones para los indicadores investigados.

3.9. Tratamiento estadístico

Para el procesamiento de los datos se usó el paquete estadístico SPSS V. 22 aplicando el Análisis de varianza, el coeficiente de variación y la prueba Estadística de Tukey.

3.10. Orientación ética filosófica y epistemológica

La presente tesis, se ejecutó en el campo experimental de la Universidad Nacional Daniel Alces Carrión – Filial La Merced, ubicada en el distrito y provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín, habiendo sido verificada el desarrollo de la misma por el jurado evaluador de la presente tesis, por lo que se considera en los anexos y los resultados y fotografías obtenidas que servirán de evidencia y referencia para otros trabajos de investigación asimismo, contribuirá al conocimiento para mejorar el suelo agrícola de la provincia de Chanchamayo en la Selva Central, la que beneficiará a los agricultores de nuestra región.

La ejecución de la presente investigación, se desarrolló siguiendo los valores éticos, filosóficos y epistemológicos y damos fe que los resultados de la presente investigación, corresponden a los resultados de nuestra investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Lugar de ejecución

La presente tesis, se ejecutó en el campo experimental de la Universidad Nacional Daniel Alces Carrión – Filial La Merced, ubicada en el distrito y provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín, Esta área está ubicada en Latitud Sur a $11^{\circ}04'27.272S$, $075^{\circ}20'402''$ de longitud oeste.

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida, el área de estudio pertenece a la zona de bosque húmedo pre montano tropical bh-PT.

a. Materiales de campo

- Estacas
- Cordel
- Cal
- Letreros
- Mochila fumigadora
- Azadón

- Machete
- Wincha
- Balanza
- Lampa

b. Material biológico

- Planta frijol castilla *Vigna unguiculata*
- Bokashi

c. Materiales de escritorio

- Libreta de campo
- Lapiceros
- Reglas
- Plumones
- Papel bond 80 gr.
- Resaltador
- Memoria digital USB
- Plumón indeleble
- Etiquetas

d. Equipos

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital
- Horno de secado
- Termómetro

e. Descripción de los tratamientos

Definición operacional de variables

Tratamiento	Dosis
T1	3 TM/Ha
T2	4 TM/Ha
T3	5 TM/Ha
T4	6 TM/Ha
T5	0 TM/Ha (Testigo)

f. Croquis de campo

Distribución de las unidades experimentales

Repeticiones	Trat	Trat	Trat	Trat	Trat
1	T5	T1	T2	T3	T4
2	T2	T3	T4	T5	T1
3	T3	T2	T5	T4	T1
4	T1	T4	T3	T2	T5

g. Evaluación de las variables

Las evaluaciones se realizaron a partir de la fecha de instalación del experimento, la frecuencia es cada 15 días después de la aplicación de bokashi. Se evaluó 20 plantas por cada tratamiento en estudio/variable y 5 parcelas agrícolas para determinar los parámetros a evaluar en la presente tesis.

- Altura de plantas (cm),
- Peso seco de la planta
- Nitrógeno, fósforo y potasio del suelo

h. Altura de planta (cm)

Se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta, usando un flexómetro

i. Peso seco de la planta

Para determinar el peso seco de las plantas, se extrajeron las plantas con toda raíz, luego de limpiarlas de la tierra, se llevaron a la estufa para secar las plantas por 12 horas a 60°C. Luego se procedió a pesar las plantas.

j. Macronutrientes de las parcelas experimentales

Para realizar la evaluación del NPK, del suelo de las parcelas experimentales, se extrajo una muestra de suelo a 30 cm. de profundidad, luego se tamizó y se llevó al laboratorio de suelos del Proyecto Especial Pichis Palcazu, de Chanchamayo, para el análisis respectivo. Habiendo realizado el análisis del suelo al inicio del experimento sin agregar el bokashi y luego al final del mismo, después de la cosecha del frijol.

4.1.2 Preparación y demarcación de las parcelas experimentales

Se realizó la labor de macheteo para limpiar el terreno, luego se procedió a demarcar el área del terreno, para cada parcela experimental, que representa cada tratamiento y en ella se aplicó el bokashi y se sembró el frijol castilla: *Vigna unguiculata* L. Walp

a. Siembra del cultivo del frijol castilla *Vigna unguiculata*, L. Walp,

Para realizar la siembra del frijol castilla *Vigna unguiculata*, L. Walp, se compró la semilla de productores agrícolas de nuestra zona; previamente se aplicó las dosis de bokashi según los tratamientos y luego se procedió a depositar 03 semillas por golpe, con distanciamiento entre plantas de 0.30 m y entre surcos de 0.50 m.

b. Aplicación de bokashi

El bokashi, se aplicó al momento de la siembra, correspondiendo al

tratamientos T1: 3 TM/Ha, al T2: 4 TM/Ha, al T3: 5 TM/Ha, al T4: 6 TM/Ha. y T5: 0 TM/Ha (Testigo); el bokashi se mezclará con la tierra en el momento de la siembra, según los tratamientos, aplicando la dosis como corresponda.

c. Aporque

Se ejecutó el aporque a los 30 días después de la siembra

d. Control de Malezas

Durante el experimento se realizó el desyerbo en forma manual, con ayuda de herramientas pico y azadón según sea la necesidad de limpiar el cultivo de maleza.

e. Control de insectos plagas y enfermedades

Se efectuó aplicaciones al cultivo por la presencia de insectos

f. Cosecha

La cosecha se realizó aproximadamente a los 90 días después de la siembra, en forma manual.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados

4.2.1. Altura de planta

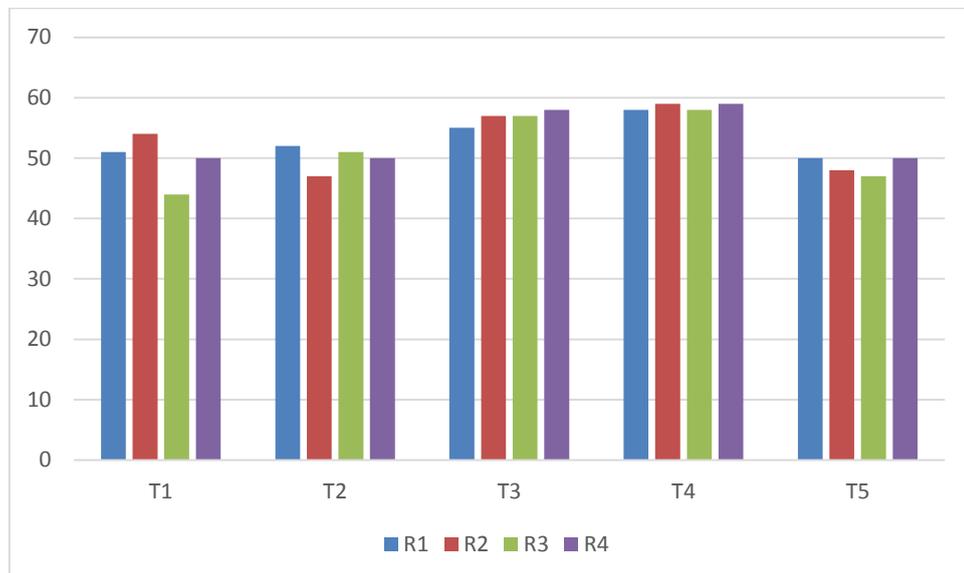
Se evaluó la altura de planta cada 15 días después de la emergencia de la planta de frijol hasta la cosecha con la ayuda de un flexómetro, considerando desde el ras del suelo hasta la parte apical de la planta. Los datos para los 90 días de cultivo, se presentan en la tabla 05 y se observa en el gráfico 01. Aquí podemos observar que los tratamientos T4 (con 6 TM /Ha) y T3 (con 5 TM /Ha), son los que presentan la mayor altura de planta con 58.50 y 56.75 cm respectivamente, sobresaliendo del resto de los tratamientos que presentan menor altura de planta. De igual manera, se observa que el tratamiento que presenta la menor altura de planta es el Testigo con

48.75 cm, seguido muy de cerca por el Tratamiento T1(con 3TM /Ha) con 49.75 cm. y T2 (con 4 TM /Ha) con 50.00 cm.

Tabla 6: Altura de la planta a los 90 días de cultivo (cm)

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	51	52	55	58	50.00
R2	54	47	57	59	48.00
R3	44	51	57	58	47.00
R4	50	50	58	59	50.00
Prom.	49.75	50.00	56.75	58.50	48.75

Gráficos 1: Altura de la planta frijol Castilla a los 90 días entre los tratamientos y sus repeticiones



Al realizar el ANVA, entre los tratamientos y sus repeticiones, se observa que existe una diferencia altamente significativa (fc:15.450) entre los tratamientos, se muestra en la Tabla 06. De igual manera se observa que el coeficiente de variación es 4.36%, valor relativamente bajo.

Tabla 7: ANVA para altura de la planta

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.95	Ft 0.99	Sgnif
tratamientos	4	326.50	81.625	15.450	3.056	4.893	**
Error	15	79.250	5.283				
Total	19	405.75					
	CV	4.36 %	DS	4.62			

Tabla 8: Prueba de Tukey para la altura de planta a los 90 días

HSD Tukey			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T4= 6 TM / Ha	4	58.50	
T3= 5 TM / Ha	4	56.75	
T2= 4 TM / Ha	4		50.00
T1= 3 TM / Ha	4		49.75
Testigo	4		48.75
Sig.		.815	.936

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Al realizar la prueba estadística de tukey, (Tabla 7) observamos que se forman dos sub grupos (a y b) estando incluidos en el sub grupo (a) los tratamientos T4 y T3 con mayor altura de planta y en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T2, T1 y T5 respectivamente.

4.2.2. Peso fresco de la planta

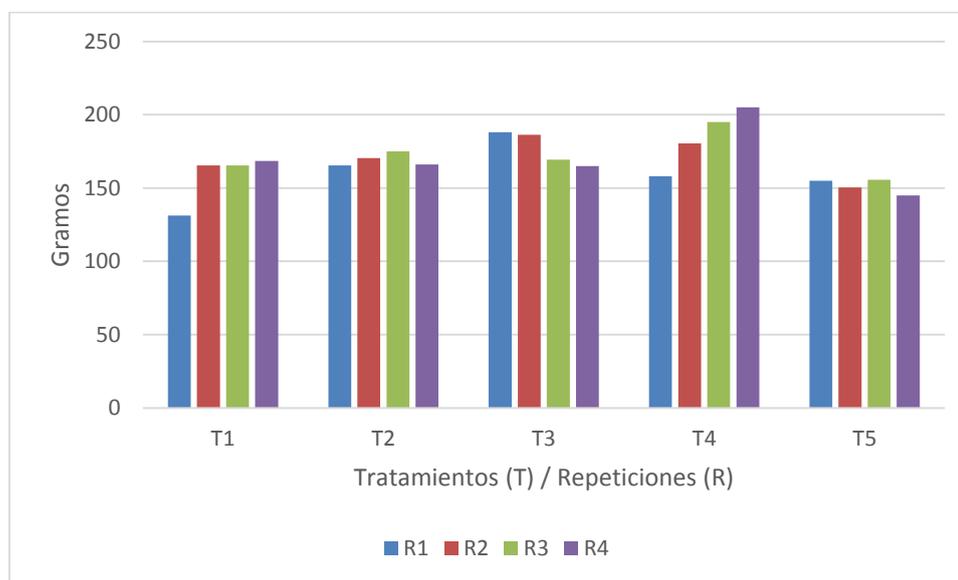
Se evaluó el peso fresco de planta cada 15 días después de la emergencia de la planta de frijol hasta la cosecha con la ayuda de una balanza con 0.1 g de error, considerando a la planta desde la raíz hasta la parte apical de la planta. Los datos para los 90 días de cultivo, se presentan en la tabla 08 y se observa en el gráfico 02. Aquí observamos que los tratamientos T4 (con 6 TM /Ha) y T3 (con 5 TM /Ha),

son los que presentan el mayor peso fresco de la planta con 184.60 y 177.18 g. respectivamente, sobresaliendo al resto de los tratamientos quienes presentan el menor peso fresco de la planta. De igual manera, observamos que el tratamiento que presenta el menor peso fresco de la planta es el Testigo con 151.53 g, seguido muy de cerca por el Tratamiento T1(con 3TM /Ha) con 157.65 g. y T2 (con 4 TM /Ha) con 169.23 g.

Tabla 9: Peso fresco de la planta a los 90 días de cultivo (g.)

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	131.2	165.5	188	158	155.00
R2	165.5	170.4	186.4	180.4	150.40
R3	165.4	175	169.3	195	155.70
R4	168.5	166	165	205	145.00
Prom.	157.65	169.23	177.18	184.60	151.53

Gráficos 2: Peso Fresco de la planta (incluido la raíz) a los 90 días de cultivo



Al realizar el ANVA, entre los tratamientos y sus repeticiones para el peso fresco de las plantas, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($F_c:4.060$), se muestra en la Tabla 09. Muy a pesar que el coeficiente

de variación es 8.03%, valor relativamente bajo, lo que nos indica que no hay mucha variación entre las repeticiones y sus tratamientos. Al realizar la prueba estadística de Tukey al 5%, (ver tabla 10) observamos que se forman 2 sub grupos, pero solo el T4 y el Testigo se encuentran en un solo sub grupo, mientras que los otros tratamientos están incluidos en ambos sub grupos (a y b), lo que nos indicaría que el tratamiento T4 y el Testigo son diferentes a los otros tratamientos.

Tabla 10: ANVA para el peso fresco de la planta a los 90 días de cultivo

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.95	Ft 0.99	Sgnif
Tratamientos	4	2959.13	739.783	4.060	3.056	4.893	NS
Error	15	2733.412	182.227				
Total	19	5692.545					
	CV	8.03 %	DS	17.31			

Tabla 11: Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la planta

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T4= 6 TM / Ha	4	184.60	
T3= 5 TM / Ha	4	177.18	177.18
T2= 4 TM / Ha	4	169.23	169.23
T1= 3 TM / Ha	4	157.65	157.65
Testigo	4		151.53
Sig.		.081	.103

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

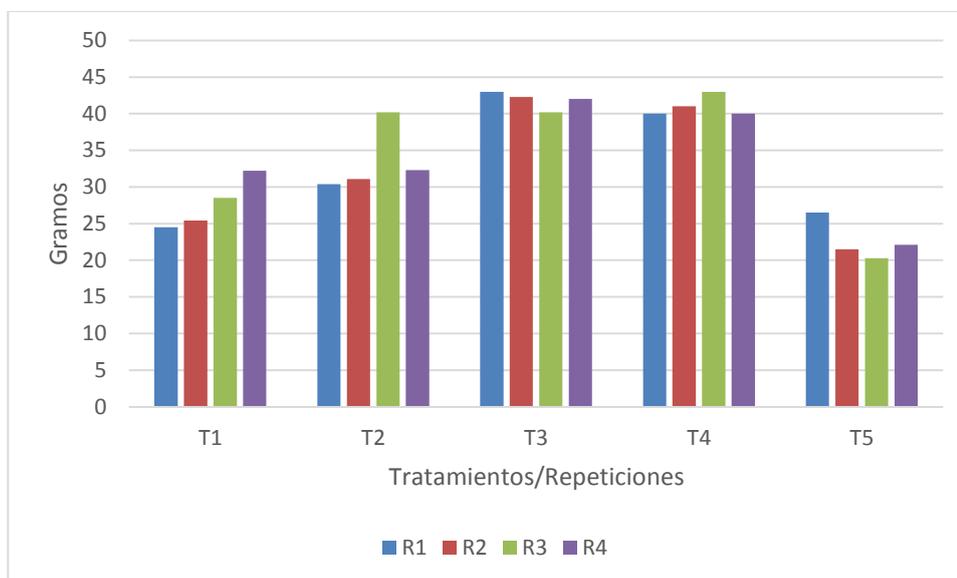
4.2.3. Peso seco de la planta

Se evaluó el peso seco de la planta cada 15 días después de la emergencia de la planta de frijol hasta la cosecha con la ayuda de una balanza con 0.1 g de error, considerando a la planta desde la raíz hasta la parte apical de la planta. Los datos para los 90 días de cultivo, se presentan en la tabla 11 y se observa en el gráfico 03. Aquí podemos observar que los tratamientos T3 (con 5 TM /Ha) y T4 (con 6 TM /Ha), son los que presentan la mayor altura de planta con 41.88 y 40.00 g. respectivamente, sobresaliendo del resto de los tratamientos que presentan menor peso seco de la planta. De igual manera, se observa que el tratamiento que presenta el menor peso seco de la planta es el Testigo con 22.60 g, seguido muy de cerca por el Tratamiento T1 (con 3TM /Ha) con 27.65 g. y T2 (con 4 TM /Ha) con 33.50 g.

Tabla 12: Peso seco de la planta a los 90 días de cultivo (g)

Trat/Rep	T1	T2	T3	T4	T5
R1	24.50	30.40	43.00	40.00	26.50
R2	25.40	31.10	42.30	41.00	21.50
R3	28.50	40.20	40.20	43.00	20.30
R4	32.20	32.30	42.00	40.00	22.10
Prom.	27.65	33.50	41.88	41.00	22.60

Gráficos 3: Peso seco de la planta por tratamiento y repetición a los 90 días de cultivo



Al realizar el ANVA, (ver tabla 12) entre los tratamientos y sus repeticiones, se observa que existe una diferencia altamente significativa ya que presenta un Fc de 32.140 superior al Ft al 5% y 1% Por lo que podemos afirmar que existe diferencia estadística entre los tratamientos y que algún tratamiento con bokashi influye en el peso seco de las plantas de frijol castilla. De igual manera se observa que el coeficiente de variación es 4.85%, valor relativamente bajo.

Tabla 13: ANVA para el peso seco de la planta a los 90 días de cultivo

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.95	Ft 0.99	Sign
Tratamientos	4	1117.08	279.270	32.140	3.056	4.893	**
Error	15	130.338	8.689				
Total	19	1247.418					
	CV	8.85 %	DS	8.10			

Al realizar la prueba estadística de tukey, (Tabla 13) observamos que se forman tres sub grupos (a, b y c) estando incluidos en el sub grupo (a) los tratamientos T3 y T4 con mayor peso seco de la planta en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T2 y T1 y en el sub grupo (c) se encuentran los

tratamientos T1 y T5 respectivamente, observando que el T1 pertenece a los sub grupos b y c. En base al resultado de esta prueba estadística podemos afirmar que el bokashi influye en el incremento del peso seco de las plantas en la dosis de 5 y 6 TM/Ha de bokashi.

Tabla 14: Prueba estadística de Tukey para el peso seco de la planta a los 90 días de cultivo

HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamientos	N	a	b	c
T3= 5 TM / Ha	4	41.88		
T4= 6 TM / Ha	4	41.00		
T2= 4 TM / Ha	4		33.50	
T1= 3 TM / Ha	4		27.65	27.65
Testigo	4			22.60
Sig.		.993	.084	.162

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.4. Remanente de materia orgánica

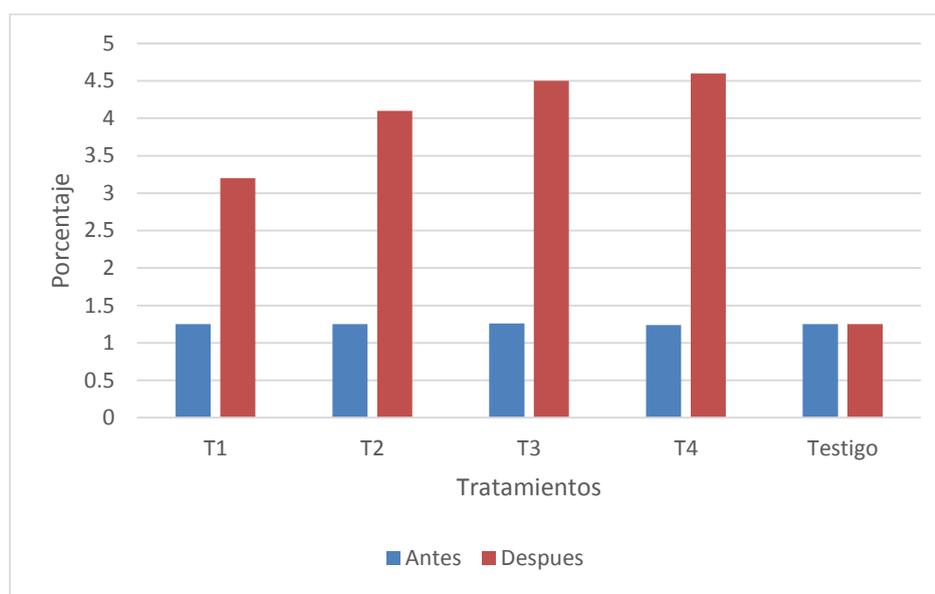
La evaluación del remanente de la materia orgánica del suelo se realizó dos muestreos, uno antes de realizar la instalación del cultivo de frijol castilla y el segundo luego de la cosecha, a los 4 meses de la cosecha, con la intención de permitir la desintegración parcial de la hojarasca de las plantas de frijol y el bokashi para conseguir la estabilización del terreno de cultivo en relación a la materia orgánica del suelo.

Para el porcentaje de materia orgánica del suelo, y los otros análisis químicos del suelo N – P – K, se realizó en el laboratorio de suelos del Proyecto Especial Pichis Palcazu de Chanchamayo, cuyos resultados se presentan en los anexos de la presente investigación.

Tabla 15: Materia orgánica (%) antes y después de la investigación

M.O. %	T1	T2	T3	T4	Testigo
Antes	1.25	1.25	1.26	1.24	1.25
Después	3.2	4.1	4.5	4.6	1.25

Gráficos 4: Evaluación de la materia orgánica antes y después de la aplicación de bokashi



Los resultados de la materia orgánica lo presentamos en la tabla 14 y se observa en el gráfico 05, aquí podemos observar que el tratamiento T4 muestra mayor remanente de materia orgánica con 4.6%, seguido por el T3 con 4.5%. y el T2 con 4.1%.

Al realizar la prueba estadística del ANVA (ver Tabla 15) entre la regresión lineal de la materia orgánica del suelo y los tratamientos el F calculado es de 80.651 con una significación de 0.003, por lo que, el ANVA es altamente significativo al 5% y al 1%.

Al someter los datos al análisis estadístico de correlación de Pearson (ver tabla 16) para determinar si las dosis de bokashi tiene influencia en el incremento de la materia orgánica del suelo; nos indica que existe una correlación positiva alta

al 5 y 1% (* *) entre los tratamientos y el remanente de materia orgánica (0,982**) indicando que el remanente de nitrógeno del suelo está influenciado por el incremento del bokashi en un 98% cuyo valor es muy cercano a 1.000 y se ratifica con el nivel de significatividad bilateral, que nos indica que la probabilidad para que cambien los datos de correlación sería en un 3% de probabilidad, trabajando con una población de 5 muestras.

Tabla 16: ANVA para la relación de la M. O. con los Tratamientos

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7,441	1	7,441	80,651	,003 ^b
	Residuo	,277	3	,092		
	Total	7,718	4			

a. Variable dependiente: Materia orgánica

b. Predictores: (Constante), Tratamientos

Tabla 17: Correlación de Pearson de la materia orgánica y los tratamientos

		Tratamientos	Materia orgánica
Tratamientos	Correlación de Pearson	1	,982**
	Sig. (bilateral)		.003
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	21.200	12.560
	Covarianza	5.300	3.140
	N	5	5
Materia orgánica	Correlación de Pearson	,982**	1
	Sig. (bilateral)	.003	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	12.560	7.718
	Covarianza	3.140	1.930
	N	5	5

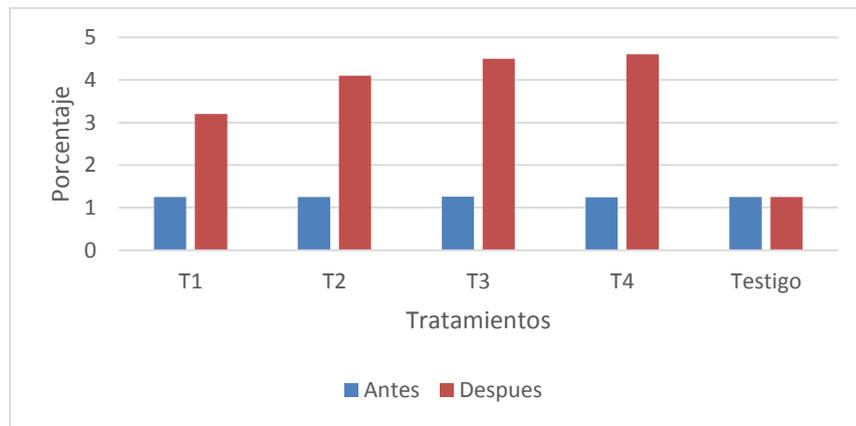
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.2.5. Remanente de Nitrógeno del suelo

Tabla 18: Evaluación del nitrógeno (%) antes y después de la investigación

N %	T1	T2	T3	T4	Testigo
Antes	0.1	0.12	0.12	0.12	0.12
Después	0.15	0.19	0.21	0.30	0.12

Gráficos 5: Evaluación del nitrógeno del suelo antes y después de la aplicación de bokashi



La evaluación del nitrógeno del suelo se realizó dos muestreos, uno antes de realizar la instalación del cultivo de frijol castilla y el segundo luego de la cosecha, a los 4 meses de la cosecha, con la intención de permitir la desintegración parcial de la hojarasca de las plantas de frijol y la estabilización del terreno de cultivo en relación a los nutrientes de nitrógeno, fósforo y potasio.

Los resultados del nitrógeno del suelo lo presentamos en la tabla 17 y en el gráfico 06; en él observamos que el tratamiento T4 muestra mayor remanente de nitrógeno de porcentaje con 0.30%, seguido por el T3 con 0.21%.

Al realizar la prueba estadística del ANOVA (ver tabla 18) entre la regresión lineal del nitrógeno y los tratamientos el F calculado es de 12.333 con una significación de 0.39, observamos que es significativo al 5%. Al someter los datos al análisis estadístico de correlación de Pearson para determinar si las dosis de

bokashi tiene influencia en el incremento del nitrógeno del suelo; nos indica que existe una correlación positiva alta entre los tratamientos y el remanente de nitrógeno del suelo (ver tabla 19) lo que nos indica que existe una correlación alta entre los tratamientos y el remanente de nitrógeno del suelo (0,897*), indicando que el remanente de nitrógeno del suelo está influenciado por el incremento del bokashi en un 87% pero solamente al 5% y se ratifica con el nivel de significatividad bilateral, que nos indica que la probabilidad para que cambien los datos de correlación sería en un 39% de probabilidad, trabajando con una población de 5 muestras.

Tabla 19: ANVA para la correlación del nitrógeno con los tratamientos

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión del N y Trat	,015	1	,015	12,333	,039 ^b
	Residuo	,004	3	,001		
	Total	,019	4			

a. Variable dependiente: Nitrógeno_%

b. Predictores: (Constante), Tratamientos

Tabla 20: Correlación de Pearson del nitrógeno y los tratamientos

		Tratamientos	Nitrogeno_%
Tratamientos	Correlación de Pearson	1	,897*
	Sig. (bilateral)		.039
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	21.200	.568
	Covarianza	5.300	.142
	N	5	5
Nitrógeno_%	Correlación de Pearson	,897*	1
	Sig. (bilateral)	.039	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	.568	.019
	Covarianza	.142	.005
	N	5	5

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

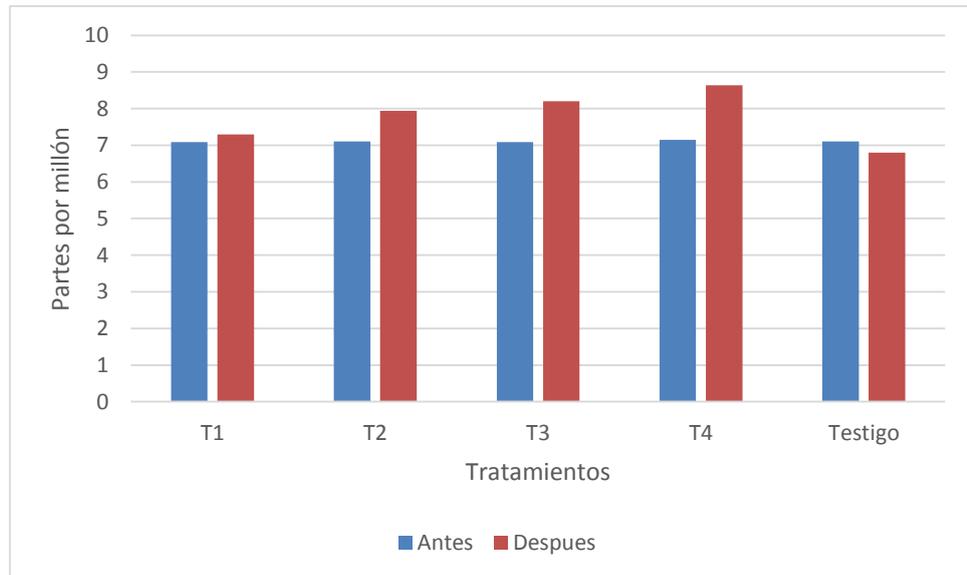
4.2.6. Remanente de Fósforo del suelo

La evaluación del remanente de fósforo del suelo se realizó dos muestreos, uno antes de realizar la instalación del cultivo de frijol castilla y el segundo luego de la cosecha, a los 4 meses de la cosecha, con la intención de permitir la desintegración parcial de la hojarasca de las plantas de frijol y del bokashi para conseguir la estabilización del terreno de cultivo en relación al fósforo del suelo.

Tabla 21: Evaluación del fósforo (ppm) antes y después de la investigación

P ppm	T1	T2	T3	T4	Testigo
Antes	7.09	7.10	7.09	7.15	7.10
Después	7.3	7.94	8.2	8.64	6.8

Gráficos 6: Evaluación del fósforo del suelo antes y después de la aplicación de bokashi



La evaluación del fósforo del suelo se realizó dos muestreos, uno antes de realizar la instalación del cultivo de frijol castilla y el segundo luego de la cosecha, a los 4 meses de la cosecha, con la intención de permitir la desintegración parcial

de la hojarasca de las plantas de frijol y la estabilización del terreno de cultivo en relación a los nutrientes de nitrógeno, fósforo y potasio.

Los resultados del fósforo del suelo lo presentamos en la tabla 20 y en el gráfico 07; en él observamos que el tratamiento T4 muestra mayor remanente de fósforo de porcentaje con 8.64 ppm, seguido por el T3 con 8.2 ppm y T2 con 7.94 ppm y T1 con 7.3 ppm.

Al realizar la prueba estadística del ANVA (ver tabla 21) entre la regresión lineal del fósforo y los tratamientos el F calculado es de 50.431 con una significación de 0.006 observamos que es significativo al 5% y al 1%

Al someter los datos al análisis estadístico de correlación de Pearson para determinar si las dosis de bokashi tiene influencia en el incremento del fósforo del suelo; nos indica que existe una correlación positiva alta entre los tratamientos y el remanente de fósforo del suelo (ver tabla 22 lo que nos indica que existe una correlación muy alta (* *)) entre los tratamientos y el remanente de fósforo del suelo (0,972**) con una predicción que el bokashi tiene influencia para incrementar la concentración de fósforo en 99%, al 1% y se ratifica con el nivel de significatividad bilateral, que nos indica que la probabilidad para que cambien los datos de correlación sería en un 6% de probabilidad, trabajando con una población de 5 muestras.

Tabla 22: ANVA para la correlación entre el fósforo y los tratamientos

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2,013	1	2,013	50,431	,006 ^b
	Residuo	,120	3	,040		
	Total	2,132	4			

a. Variable dependiente: Fósforo, ppm

b. Predictores: (Constante), Tratamientos

Tabla 23: Correlación de Pearson del fósforo del suelo y los tratamientos

		Correlaciones	
		Tratamientos	Fósforo ppm
Tratamientos	Correlación de Pearson	1	,972**
	Sig. (bilateral)		,006
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	21,200	6,532
	Covarianza	5,300	1,633
	N	5	5
Fosforo_ppm	Correlación de Pearson	,972**	1
	Sig. (bilateral)	,006	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	6,532	2,132
	Covarianza	1,633	,533
	N	5	5

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

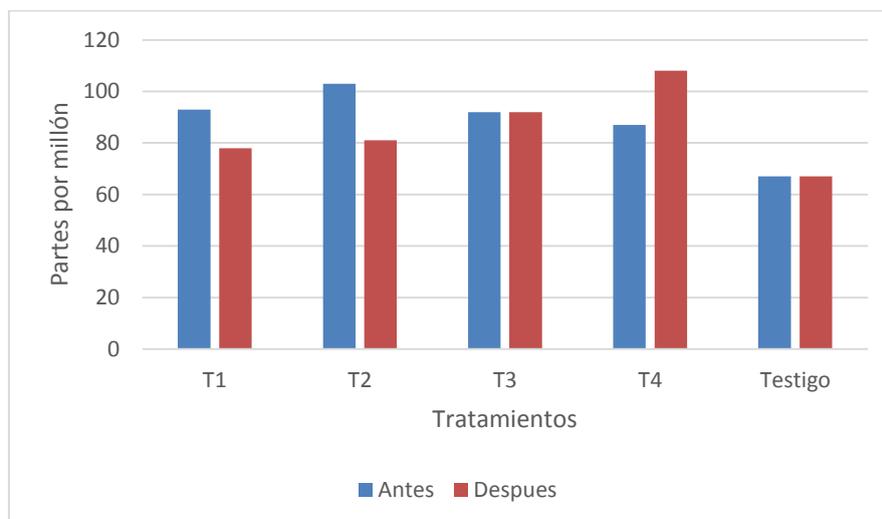
4.2.7. Remanente del Potasio del suelo

La evaluación del remanente del potasio del suelo igualmente se realizó mediante dos muestreos, antes de realizar la instalación del cultivo y el segundo luego de la cosecha, a los 4 meses de la cosecha, con la intención de permitir la desintegración parcial de la hojarasca de las plantas de frijol y del bokashi para conseguir la estabilización del terreno de cultivo en relación al potasio del suelo.

Tabla 24: Evaluación del potasio (ppm) antes y después de la investigación

k ppm	T1	T2	T3	T4	Testigo
Antes	68	68	67	68	67
Después	78	81	92	108	67

Gráficos 7: Evaluación del potasio del suelo antes y después de la aplicación de bokashi



Los resultados del potasio del suelo lo presentamos en la tabla 23 y en el gráfico 08 observamos que el tratamiento T4 muestra mayor remanente de potasio con 108 ppm, seguido por el T3 con 92 ppm y T2 con 81 ppm y T1 con 78 ppm.

Se realizó la prueba estadística del ANVA (ver tabla 24) entre la regresión lineal del potasio y los tratamientos el F calculado es de 17.728 con una significación de 0.024 observamos que es significativo al 5%.

Tabla 25: ANVA para la correlación entre el fósforo del suelo y los tratamientos

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	826,875	1	826,875	17,728	,024 ^b
	Residuo	139,925	3	46,642		
	Total	966,800	4			

a. Variable dependiente: Potasio ppm

b. Predictores: (Constante), Tratamientos

Al someter los datos al análisis estadístico de correlación de Pearson para determinar si las dosis de bokashi tiene influencia en el incremento del potasio del suelo; nos indica que existe una correlación positiva alta entre los tratamientos y el

remanente de potasio del suelo (ver tabla 25) lo que nos indica que existe una correlación alta (*) entre los tratamientos y el remanente de potasio del suelo (0,995*) al 5% con una predicción y se ratifica con el nivel de significatividad bilateral, que nos indica que la probabilidad para que cambien los datos de correlación sería en un 24% de probabilidad, trabajando con una población de 5 muestras.

Tabla 26: Correlación de Pearson del potasio del suelo y los tratamientos

		Correlaciones	
		Tratamientos	Potasio ppm
Tratamientos	Correlación de Pearson	1	,925*
	Sig. (bilateral)		,024
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	21,200	132,400
	Covarianza	5,300	33,100
	N	5	5
Potasio_ppm	Correlación de Pearson	,925*	1
	Sig. (bilateral)	,024	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	132,400	966,800
	Covarianza	33,100	241,700
	N	5	5

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

4.3. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis del presente trabajo de investigación, se realiza a partir de la hipótesis planteada.

Es así que tenemos:

Ha: La enmienda orgánica de bokashi adicionados el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), recuperan los principales nutrientes de las tierras agrícolas para la región de Chanchamayo,

Ho: La enmienda orgánica de bokashi adicionados el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), no recuperan los principales nutrientes de las tierras

agrícolas para la región de Chanchamayo,

Hipotesis Específica

- Los niveles de bokashi adicionados con el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), incrementaran la altura de la planta de frijol
- Los niveles de bokashi adicionados con el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), incrementaran la biomasa total de las plantas de frijol
- Los niveles de bokashi adicionados con el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), incrementaran efectividad de los nutrientes del suelo agrícola.

4.3.1. Regla de decisión

Si $f_c > f_t$, se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a

Si $f_c \leq f_t$, se acepta la H_0 , y se rechaza la H_a

4.3.2. Prueba de hipótesis para la altura de planta

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
Altura de la planta	4.36 %	15.45	3.06	4.89	Se acepta la H_a al 5% y 1%

4.3.3. Prueba de hipótesis para el peso fresco de la planta

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
peso fresco de planta	8.03 %	4.06	3.06	4.89	Se acepta la H_a al 5%

4.3.4. Prueba de hipótesis para el peso seco de la planta

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
peso seco de la planta	8.85%	32.14	3.06	4.89	Se acepta la Ha al 5% y 1%

4.3.5. Prueba de hipótesis para los remanentes de materia orgánica y químicos del suelo

Evaluación	Coefficiente de correlación Pearson para:	Signif bilateral	P 0.5	P 0.1	Decisión
Materia orgánica	,982**	0.003	*	*	Se acepta la Ha al 5% Y 1%
Nitrógeno	,897*	0.039	*	NS	Se acepta la Ha al 5%
Fósforo del suelo	,991**	0.001	*	*	Se acepta la Ha al 5% y al 1%
Potasio del suelo	,925*	0.024	*	NS	Se acepta la Ha al 5%

4.4. Discusión de los resultados

Al realizar la investigación bibliográfica sobre trabajos similares realizados en el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp) no se encontró mucha información por lo que se procedió a realizar la comparación de los datos entre los tratamientos planteados en esta investigación y se comparó con algunas investigaciones reportadas sobre este cultivo.

Así se observa que la influencia del bokashi y los rastrojos del cultivo del frijol castilla frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), para conseguir mayor altura de planta, según la prueba estadística de Tukey al 5%, la dosis que mejores resultados tuvieron se reportan para 6,000 kg/Ha (T4) y 5,000 kg/Ha (T3) con una diferencia altamente significativa según el Análisis de varianza entre los tratamientos.

Al comparar nuestros resultados con el trabajo realizado por Roldan & Ruiz, (2016) en su tesis, para comparar el rendimiento de los microorganismos de montaña en el crecimiento y producción de frijol *Vigna unguiculata*, Walp realizado en distrito de Chanchamayo – Junín, reporta mayor altura de planta para T5 que el que tiene mayor concentración de MM (2000 g MM./golpe) con 84 cm comparado con nuestra investigación que obtuvimos como mayor altura de planta de 58.50 cm, obtuvo mayor altura que lo reportado en nuestra investigación, esto posiblemente se debe a que usamos muy baja cantidad de materia orgánica como bokashi equivalente a 278 g/golpe de planta, comparado a los 2000 g/golpe que usaron los investigadores arriba citados.

Asimismo, al comparar nuestros datos con los reportados por Avila-Serrano et al, (2006). en su investigación sobre la caracterización y obtención de funciones para producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón: II método no destructivo, trabajó con *Vigna unguiculata*, reporta la mayor altura de planta para el cultivar 18 con 44.9 cm. valor inferior a nuestros resultados, estos datos inferiores a los nuestros puede ser ocasionado por el factor humedad que en Chanchamayo tiene un clima tropical, es decir; cálido, húmedo y lluvioso, con una temperatura media anual a nivel de toda la Provincia es de 18 grados centígrados, llegando a subir hasta los 30°C. La época de mayor precipitaciones de enero a marzo, donde la temperatura desciende a 15°C y se producen mayores

precipitaciones, llegando a 2,000 mm. Mientras que Avila-Serrano, 2006, reporta en su investigación que el ambiente donde desarrollo su investigación el clima de esa región es de tipo BW y BS, desértico y seco según la clasificación de Köppen, reportando como temperaturas máximas de 33.9 °C, y mínima de 10.7 °C, con una media de 21.9 °C. De igual manera reporta que las precipitaciones se presentan estacionalmente en verano e invierno, siendo las de mayor volumen de julio a septiembre. Esta investigación se realizó en los meses de marzo a julio del 2002, época de pocas lluvias y con un clima seco.

En relación al peso fresco de la planta, según la prueba estadística de Tukey al 5%, la dosis que mejores resultados tuvo fue para el Tratamiento T4 con 6,000 Tm/Ha (T4)) reportando 184.6 g. con una diferencia significativa al 5% según el Análisis de varianza entre los tratamientos, no así para el 1%. Lo que nos indicaría que la dosis de 6000 TM/Ha de bokashi influye en el incremento de peso del frijol Castilla, pero solo a la probabilidad del 5%.

En relación al peso seco de la planta, al realizar la prueba estadística de Tukey al 5%, observamos que se forman tres sub grupos estando incluidos en el sub grupo (a) los tratamientos T3 y T4 con 41.88 y 41.00 g, respectivamente, en el sub grupo (b) los tratamientos T2 y T1 con 33.5 y 27.65 g, respectivamente y en sub grupo (c) se entran los tratamientos T1 y Testigo con 27.65 y 22.60 g. respectivamente. Como podemos observar el T1 se repite para el sub grupo (b y c). lo que nos indicaría que la dosis de 3,000 kg/Ha no tiene efecto significativo para incrementar el peso seco de las plantas de frijol Castilla.

Estos datos del peso seco de la planta también se considera como biomasa de la planta, y al comparar nuestros resultados con lo reportado por Avila-Serrano, et al, 2006, para la biomasa del frijol Castilla reporta 44.9 g como mayor peso

conseguido para el cultivar 18; valor relativamente menor a nuestros datos ya que nosotros obtuvimos como mayor peso seco de la planta 41.88 g, nuestro incremento de peso, puede estar influenciado por la forma de determinar el peso seco de la planta que lo realizamos con toda la raíz, mientras que Avila-Serrano, 2006, lo realizó solo evaluando el peso seco de la planta desde el tallo al ápice las ramas.

En relación a los remanentes de materia orgánica del suelo, se realizó un comparativo entre los tratamientos y el resultado del análisis químico de la materia orgánica reportó como mayor valor para el Tratamiento T4 con 4.6% de M.O, seguido muy cerca por el T3 con 4.5% Estos datos fueron sometidos al análisis estadístico del coeficiente de correlación de Pearson que evalúa la relación del producto-momento definidas en escala de razón (con valores cuantificados) citado por Cohen, (1988), para determinar si es que existe influencia del bokashi con el incremento de la materia orgánica del suelo, luego de la cosecha del frijol Castilla, observando que se obtuvo el coeficiente de correlación de 0.982**, con la probabilidad de que cambiaran los resultados sería del 3%, trabajando con la misma población de 5 muestras. Y presenta una alta significación estadística al 0.05 y 0.01%

Al comparar nuestros resultados por lo obtenido por Ottos, 2015, reporta la M.O. de los suelos analizados en 6 distritos de la provincia de Leoncio Prado, los que fluctuaron entre 0.6 hasta 6.72 % con un promedio de 2.78 %, por lo que nuestros resultados se encontrarían dentro del rango expresado por este investigador. Algo parecido reporta Sánchez (1981), quien encontró valores de materia orgánica (M.O) en los suelos superficiales de 223 suelos tropicales hawaianos con un promedio de 3.75 % de M.O.

En relación a los remanentes de nutrientes químicos del suelo, para el contenido de nitrógeno del suelo, igualmente se realizó un comparativo entre los tratamientos y el resultado del análisis químico del porcentaje de nitrógeno del suelo,; y quien reportó el mayor valor fue el Tratamiento T4 con 0.30% de N, seguido por el T3 con 0.21% luego los otros tratamientos presentaron valores relativamente bajos.

Estos datos fueron sometidos al análisis estadístico del coeficiente de correlación de Pearson que evalúa la relación del producto-momento, definidas en escala de razón (con valores cuantificados) citado por Cohen, (1988), para determinar si es que existe influencia del bokashi con el incremento del nitrógeno del suelo, luego de la cosecha del frijol Castilla, observando que se obtuvo el coeficiente de correlación de 0.897*, con un nivel de significatividad bilateral de 39%, lo que nos indicaría que solo cambiarían los mismos datos con un 39% de probabilidad trabajando con una población de 5 muestras. De igual manera esta correlación nos reporta una significación estadística para el 0.05%

Al comparar nuestros resultados por lo obtenido por Ottos, 2015, para suelos de selva, reporta en su investigación en 6 distritos de la provincia de Leoncio Prado de Huánuco, muestran resultados que fluctúan desde 0.04 hasta 0.39 % con un promedio de 0.15 %. Valores similares a nuestros datos ya que en nuestra investigación la mayor concentración de nitrógeno lo reporta el tratamiento con mayor cantidad de bokashi (6 TM/Ha) con 0.30% de Nitrógeno, coincidiendo con Ottos, (2015) quien sostiene que las cantidades de nitrógeno en los suelos están controladas por las condiciones climáticas y la vegetación de la zona, así como por su topografía, material del suelo y las actividades agrícolas del hombre en relación al tiempo que ha usado el terreno. Algo parecido también lo sustenta Jenny, 1941,

quien manifiesta que el clima tiene influencia sobre la concentración del nitrógeno en el suelo interactuada por la acción de la temperatura y las condiciones de humedad, influida por el régimen de lluvias quienes influyen en el desarrollo de las plantas y de los microorganismos, quienes generan relaciones inversas de la temperatura y la cantidad de nitrógeno del suelo.

En relación al fósforo del suelo se observa que nuevamente el tratamiento T4 (6000 kg/Ha) con 8.64 ppm, es el que presenta el mayor valor.

Para evaluar los remanentes de fosforo en el suelo, se realizó un comparativo entre los tratamientos y el resultado del análisis químico de la concentración de fósforo del suelo lo presentamos en la tabla 18, se observa que el mayor valor lo reporta el Tratamiento T4 con 8.64 ppm, seguido muy de cerca por el tratamiento T3 con 8.2 ppm, luego se encuentran los otros tratamientos presentaron valores muy cercanos entre ellos.

Estos datos fueron sometidos al análisis estadístico del coeficiente de correlación de Pearson, para determinar si es que existe influencia del bokashi con el incremento del fósforo del suelo, luego de la cosecha del frijol Castilla, observando que se obtuvo el coeficiente de correlación de 0.991**, con un nivel de significatividad bilateral de 10%, lo que nos indicaría que solo cambiarían los mismos datos con un 10% con la probabilidad de trabajar con una población de 5 muestras. De igual manera esta correlación nos reporta una significación estadística para el 0.05 y 0.01%

Al comparar nuestros resultados, según Ottos, 2015, reporta en su tesis que el contenido de fosforo disponible para 274 muestras de suelos fluctuó de 2.20 a 15.47 ppm, y comparado con nuestros resultados, superamos a lo reportado por ese investigador.

De igual manera, Mansilla (2002) hace una estratificación del suelo, en base a la concentración del NPK, en bajo, medio y alto. Considerando para el fósforo al suelo de nivel bajo cuando contiene menos de 7 ppm, al nivel medio cuando contiene entre 7 a 14 ppm y nivel alto cuando contiene superior a 14 ppm; por lo que en base a esta clasificación, nuestro suelo, se puede considerar en el nivel alto.

Al evaluar los resultados del análisis químico de fósforo en el suelo, se realizó un comparativo entre los tratamientos y el resultado del análisis de la concentración de potasio en el suelo lo presentamos en la tabla 20, aquí se observa que el mayor valor lo reporta el Tratamiento T4 con 108 ppm, seguido en orden decreciente de acuerdo como disminuye las dosis de bokashi en los tratamientos.

Estos datos fueron sometidos al análisis estadístico del coeficiente de correlación de Pearson, para determinar si es que existe influencia del bokashi con el incremento del potasio en el suelo, luego de la cosecha del frijol Castilla, observando que se obtuvo el coeficiente de correlación de 0.925*, con un nivel de significatividad bilateral de 10%, lo que nos indicaría que solo cambiarían los mismos datos con un 10% con la probabilidad de trabajar con una población de 5 muestras. De igual manera esta correlación nos reporta una significación estadística solo para el 0.05 % ya que se observa que para los tratamientos T1 y T2 en la evaluación final muestras valores inferiores a la evaluación inicial.

Al comparar nuestros resultados, según Mansilla (2002), quien manifiesta que los suelos que tienen concentraciones de potasio menores a 300 Kg.Ha-1, son suelos pobres, los que tienen de 300- 600 Kg.Ha-1 se consideran suelos medios y los que tiene concentraciones superiores a 600 Kg.Ha-1 se considera como suelos ricos. De igual manera reporta que un suelo agrícola medio contiene entre 143 a 226 ppm de potasio; Por lo que en base a esta estratificación u los resultados

obtenidos de 118 ppm de potasio consideramos que nuestro terreno se encuentra con valor de pobre en potasio.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye:

- La enmienda orgánica de bokashi enriquecida los rastrojos cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp), de 6000 kg/Ha es la más adecuada para recuperar los nutrientes principales de las tierras agrícolas de la región de Chanchamayo.
- El bokashi usado como enmienda orgánica influye en el incremento de la altura de la planta de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp).
- El bokashi usado como enmienda orgánica para recuperar los suelos agrícolas de la provincia de Chanchamayo – Junín, influye en el incremento de la biomasa total de las plantas de la de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp).
- El bokashi junto con los rastrojos del cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp), influye en el incremento de la materia orgánica en los suelos agrícolas de la provincia de Chanchamayo – Junín
- El bokashi junto con los rastrojos del cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp), influye en el incremento del nitrógeno, fósforo y potasio del suelo agrícola de la provincia de Chanchamayo – Junín

RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar otras investigaciones con otros productos de desechos como enmienda orgánica, para determinar su influencia en la recuperación de los suelos agrícolas de la provincia de Chanchamayo.
- Se recomienda desarrollar nuevas investigaciones considerando más tiempo de descanso del suelo, para permitir la descomposición de la materia orgánica añadida al suelo al desarrollar enmiendas orgánicas
- Se recomienda realizar otras investigaciones sobre las acciones del bokashi en otros cultivos para determinar el incremento de la producción agrícola.

BIBLIOGRAFIA

Fuentes Bibliográficas:

- American Society of Agronomy. 1989. Decisions reached on sustainable Agricultura. Agronomy News. EE:UU.
- Astier Calderón M. 1994. Hacia una agricultura ecológica en México: El problema de la transición para el productor campesino. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Documento de Trabajo Num. 11. Pátzcuaro, Michoacán, UAM. México.
- Astier. M. Calderón, M., Maass, M., y Etchevers, J. 2002. Derivación de Indicadores de Calidad de Suelos en el contexto de la Agricultura Sustentable. Agrociencia volumen 36, número 5. Michoacán, UAM. México . Septiembre-Octubre,
- Ávila-Serrano, Narciso Ysac; Murillo-Amador, Bernardo; Palacios-Espinosa, Alejandro; Troyo-Diéguez, Enrique; García-Hernández, José Luís; Larrinaga-Mayoral, Juan Ángel; Mellado-Bosque,2006, Miguel Caracterización y obtención de funciones para producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón: II Método no destructivo. Resvista Técnica pecuaria - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias México
- Barea, J. M., C. Azcon-Aguilar y B. Roldan-Fajardo. 1984. Avances recientes en el estudio de la micorriza V-A. 1. Formación, funcionamiento y efectos recientes en nutrición vegetal. Anales de edafología y Agrobiología. Granada, España.
- Cajahuanca, S. 2016. Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus sp.*, *Lactobacillus sp.*) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica Chaglla – Huánuco. Tesis Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

- Cardona, F. C..A.; Morales, F.J.; Pastor Corrales, N.A. 2002. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. Lima – Perú. INIA.
- Carpio, de Carlo, y Cariello, M. 2015. Optimización de técnicas para la obtención de un compost regional y su utilización por la comunidad como mejorador de suelos; Rev. Ciencia docencia y tecnología- UNER; N° 15 año.
- Celik, I; Ortas, I; Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Researc,
- Cohen, Jacob, 1988. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2da. Edición. LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, PUBLISHERS. New York . USA.
- Dalzell H W Biddlestone 1990. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelo de la FAO.
- FAO 1991. Manejo del suelo: Producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales Boletín de suelos. H. W Dalzell Centro Agrícola Medak India.
- Fundambiente. 2015. Receta neoliberal para el ambiente. Fundación para la educación ambiental. Gobierno bolivariano de Venezuela. Caracas.
- Graham, P. H., & Halliday, J. 1977 Inoculation and nitrogen fixation in genus *Phaseolus* in “Exploiting the legume *Rhizobium* symbiosis in tropical agriculture”.University of Hawaii, Maui.
- Fortun, C. y Fortun, A. 1989. Diversos aspectos sobre el papel de la materia orgánica humificada en la formación y estabilización de los agregados del suelo. A. de Edafología. y Agrobiología.

- Ganoza Ubillús, Rubén. 2014. Jefe de Proyecto Norte Emprendedor. Manual de cultivo de frijol caupi. Piura – Perú.
- Gallopin, Gilberto C. 1990 Prioridades ecológicas para el desarrollo sostenible en América Latina, Latinoamérica, Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios e investigaciones Sobre el medio ambiente (IEIMA) Buenos Aires Argentina.
- Guerrero, R. 1993. “Fertilización, calidad y contaminación de suelos y agua. *Agronomía*. Vol. 6, No. 1.
- González Ch., C., R. Ferrera-Cerrato, R. García y A. Martínez 1990. La fijación biológica de nitrógeno en un agroecosistema de bajo ingreso externo de energía en Tamulté de las Sabanas, Tabasco. Agrociencia Serie Agua-Suelo-Clima.
- Grant, R.F., 1997. “Changes in soil organic matter under different tillage and rotation: mathematical modelling in ecosys”. *Soil Sci. Soc. Am*, Vol. 61.
- Hernandez Araujo, Jackeline. 2011. Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos. Tesis doctoral Universidad Politecnica Madrid – España
- Herrera Odenthal J Ciraj y Ramírez P. 1999. Propuestas para el desarrollo de un modelo de agricultura sustentable en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A. C. CONACYT. México.
- Holdridge, L. R. 1982. “Ecología basada en Zonas de vida”, 2da Edicion, Edit.
- Instituto de Cooperación Para la Agricultura IICA, San Jose – Costa Rica
- Jenny, H. 1941. Factors of soil formation a system of quantitative pedology. 1941. Berkeley California EE.UU.
- Khalil, M., Hossain, M. and Schmidhalter, U. 2005. “Carbon and nitrogen mineralization in different upland soils of the subtropics treated with organic

materials” *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 37, No. 8.

- Mansilla, L. 2002. Manual para la interpretación de análisis de suelos. Niveles críticos. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Marcotea, I., Hernández, T., García, C., Polo, A., 2001. Influence of one or two successive annual applications of organic fertilisers on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. *Biores. Technol.* Vol. 79, No. 2.
- Masaki, Shintani, Humberto Leblanc y Panfilo Tabora. 2000. El libro del bokashi. Guacimo, Limón, Costa Rica. Primera Edición.
- Melendez, J 1997. Evaluación de rendimiento y estabilidad de siete líneas y dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en seis localidades del valle de cañete. Tesis Ing Agr, Universidad San Crsitobal de Huamanga – Ayacucho.
- Millar, C. E. L: M Turk y H.D. Foth. 1975. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Primera Edición. Editorial Continental, México.
- Moreno, J., Moral, R. 2008. Compostaje. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. España
- Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, Pargas-Lara R. Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, Pargas-Lara R. 1997. Rendimiento y características agronómicas de doce genotipos de “chícharo de vaca” [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en una región semiárida de Baja California Sur, MéxicoRendimiento y características agronómicas de doce genotipos de “chícharo de vaca” [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en una región semiárida de Baja California Sur, México.
- Ottos Díaz, Elvis, 2015. Relación entre el contenido de materia orgánica y nitrógeno total de los suelos de la provincia de Leoncio Prado. Tesis UNAS, para opr el título de ingeniero agrónomo.
- Perez, L., Ramirez, C, Martinez, M y Algecira, N. 2000. Efecto de las variables,

condiciones de la fermentación y del sustrato en la producción de 107 *Trichoderma harzianum*. Trabajo de Grado. Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Santa fé de Bogotá.

- Quijano, J. A. et tal. 1996. Metodología para la construcción de modelos, dinámicos a nivel de cultivo con la participación de productores. Artículo de mimeógrafo. UNAS. Tingo María – Perú.
- Roldan & Ruiz. 2016. Comparativo del rendimiento de los microorganismos de montaña (MM) en el crecimiento y producción de frijol (*Vigna unguiculata*. L. Walp Var.), en el distrito de Chanchamayo – Junín.
- Sanchez, J. 1982. Efectos de la aplicación de cal, fosforo y potasio en la producción de café (*Coffea arabica*) var. Caturra. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María
- Sanchez, P., Sandon, A., Martinez, M., Franco, M. y Pedroza, A. 2001. Evaluación de cepas antagonistas de actinomycetos y de *Trichoderma sp.* aisladas a partir de suelos de cultivos de arroz (*Oryza sativa*) para el control de *Rhizoctonia solani*. Trabajo de grado. Microbiologia Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Santa fe de Bogotá.
- Sánchez, P.A. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. San José de Costa Rica. IICA.
- Serrano, E. y Vargas, H. 2005. Evaluación de la fertilidad de los suelos del departamento de Cundinamarca utilizando métodos geoestadísticos. Análisis Geográfico
- Setia, R., Marschner, P., Baldock, J., Chittleborough, D., Smith, P. and Smith, J. 2011. “Salinity effects on carbon mineralization in soils of varying texture”. *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 43, No. 9.

- Silveira, A. P. D. Da; Cardoso, E. J. B. N. 1987. Influencia do tipo de solo e do fungo micorrízico vesículo- arbuscular no desenvolvimento de tres cultivares de feijao. Revista Brasileira de Ciencia do Solo En., 33 Ref. (Dept. de Solos, Geología e Fertilizantes, ESALQ, Caixa Postal 9, 13.400. Piracicaba-SP, Brasil).

Fuentes electrónicas:

Bautista, C. A., Etchevers, J., Del Castillo, R.F., Gutiérrez, C. 2004. La calidad de suelos y sus indicadores. extraído de internet el 15 de diciembre de 2021 de: <http://www.aect.org>, Journal.

Flores, H., Carrillo, R., Nicolás, F., Hidalgo, C., Ruiz, J. 2008. Aportes de nitrógeno y fósforo de tres sistemas agrícolas de la cuenca hidrográfica: extraído de internet el 15 diciembre de 2021 de: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?>

INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA Y BIOQUIMICA (2011), consejo Superior de Investigaciones científicas. Salamanca-España. Extraído de internet el 21 de junio de 2021; de <http://imb.usal.es/formacion/docencia/microbioapli/TEMA1.pdf>

Jarquín, A., Salgado, S., Palma, J., Camacho, W., Guerrero A. 2011. Análisis del nitrógeno total en suelos tropicales por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) y quimiometria Documento extraído de internet, el 12 de diciembre de 2021 de: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?>

Reyes Mendoza, Brenda. 2004. Estabilización de los lodos sépticos que provienen de una comunidad pequeña con microorganismos eficaces. (EM) Tesis. Universidad Earth. Guácimo – Costa Rica. Extraído de internet el 21 de Junio de 2015, de: <http://www.em-la.com/archivos-de->

usuario/base datos/estabilizacion lodos septicos comunidad.pdf

ANEXOS

Anexo 01: Evaluación de la altura de la planta

TRAT.	REP	90 días
T1	R1	51
T1	R2	54
T1	R3	44
T1	R4	50
T2	R1	52
T2	R2	47
T2	R3	51
T2	R4	50
T3	R1	55
T3	R2	57
T3	R3	57
T3	R4	58
T4	R1	58
T4	R2	59
T4	R3	58
T4	R4	59
Test	R1	50
Test	R2	48
Test	R3	47
Test	R4	50

Anexo 02: Peso seco de la planta

TRAT.	REP	90 días
T1	R1	24.5
T1	R2	25.4
T1	R3	28.5
T1	R4	32.2
T2	R1	30.4
T2	R2	31.1
T2	R3	40.2
T2	R4	32.3
T3	R1	43
T3	R2	42.3
T3	R3	40.2
T3	R4	42
T4	R1	40
T4	R2	41
T4	R3	43
T4	R4	40
Test	R1	26.5
Test	R2	21.5
Test	R3	20.3
Test	R4	22.1

Anexo 03: Peso seco de la planta

TRAT.	REPETICION	Peso seco/planta
T1	R1	24.5
T1	R2	25.4
T1	R3	28.5
T1	R4	32.2
T2	R1	30.4
T2	R2	31.1
T2	R3	40.2
T2	R4	32.3
T3	R1	43
T3	R2	42.3
T3	R3	40.2
T3	R4	42
T4	R1	40
T4	R2	41
T4	R3	43
T4	R4	40
Test	R1	26.5
Test	R2	21.5
Test	R3	20.3
Test	R4	22.1

Anexo 04: Análisis de suelo antes de iniciar la investigación



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE ROCIO ZACARIAS

REGION JUNIN

SECTOR

PROVINCIA CHANCHAMAYO

FUNDO

DISTRITO CHANCHAMAYO

FECHA DE RECEPCIO 16/05/2017

Una Relación C/N < 5 indica excesiva mineralización, contenido de materia orgánica bajo, escasa fertilidad y destrucción de la microflora y microfauna

Una relación C/N entre 5 y 8 Indica una tendencia hacia la mineralización de la materia orgánica,

una relación C/N menor o igual a 1 O indican una descomposición fácil, la relación C/N mayor que 30 indica una descomposición difícil (Orozco, 1984, citado por JARAMILLO, 2002)

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/10	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
123-2017	T 1	6.26	1.25	0.10	7.09	68	0.534	0.354	60	25	15	NCO AREN

Edad de plantación

Distanciamiento de siembra

Fecha de muestreo

Cultivo presente


Blgo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos

Latitud :

Longitud:

Altitud : msnm



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE	ROCIO ZACARIAS	REGION	JUNIN
SECTOR		PROVINCIA	CHANCHAMAYO
FUNDO		DISTRITO	CHANCHAMAYO
FECHA DE RECEPCIO	16/05/2017		

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/100	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
126-2017	T 3	6.24	1.26	0.12	7.09	67	0.762	0.269	58	27	15	FRANCO ARENOS O

Edad de plantación
Distanciamiento de siembra
Fecha de muestreo
Cultivo presente


Blgo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos

Latitud :
Longitud:
Altitud : msnm



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE	ROCIO ZACARIAS	REGION	JUNIN
SECTOR		PROVINCIA	CHANCHAMAYO
FUNDO		DISTRITO	CHANCHAMAYO
FECHA DE RECEPCION	16/05/2017		

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/100	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
125-2017	T 4	6.25	1.24	0.12	7.15	68	0.867	0.127	51	29	20	FRANCO

Edad de plantación
Distanciamiento de siembra
Fecha de muestreo
Cultivo presente

Latitud :
Longitud:
Altitud : msnm


Blgo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE	ROCIO ZACARIAS	REGION	JUNIN
SECTOR		PROVINCIA	CHANCHAMAYO
FUNDO		DISTRITO	CHANCHAMAYO
FECHA DE RECEPCION	16/05/2017		

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/100	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
122-2017	TESTIGO	6.25	1.25	0.12	7.1	67	0.122	0.507	70	17	13	FRANCO ARENOS O

Edad de plantación
Distanciamiento de siembra
Fecha de muestreo
Cultivo presente

Latitud :
Longitud:
Altitud : msnm


Blgo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos

DESPUES DE LA COSECHA:



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE	ROCIO ZACARIAS	REGION	JUNIN
SECTOR		PROVINCIA	CHANCHAMAYO
FUNDO		DISTRITO	CHANCHAMAYO
FECHA DE RECEPCIO	4/12/2017		

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/100	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
123-2017	T 1	6.19	3.20	0.15	7.3	78	0.434	0.354	60	25	15	FRANCO ARENOS O

Edad de plantación
Distanciamiento de siembra
Fecha de muestreo
Cultivo presente


Blgo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos

Latitud :
Longitud:
Altitud : msnm



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE	ROCIO ZACARIAS	REGION	JUNIN
SECTOR		PROVINCIA	CHANCHAMAYO
FUNDO		DISTRITO	CHANCHAMAYO
FECHA DE RECEPCIO	4/12/2017		

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/100	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
124-2017	T 2	6.15	4.10	0.19	7.94	81	0.514	0.330	59	25	16	FRANCO ARENOS O

Edad de plantación

Distanciamiento de siembra

Fecha de muestreo

Cultivo presente

Latitud :

Longitud:

Altitud : msnm


Bigo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE	ROCIO ZACARIAS	REGION	JUNIN
SECTOR		PROVINCIA	CHANCHAMAYO
FUNDO		DISTRITO	CHANCHAMAYO
FECHA DE RECEPCIO	4/12/2017		

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/100	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
126-2017	T 3	6.15	4.50	0.21	8.2	92	0.662	0.269	58	27	15	FRANCO ARENOS O

Edad de plantación

Distanciamiento de siembra

Fecha de muestreo

Cultivo presente

Latitud :

Longitud:

Altitud :

msnm


Blgo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE	ROCIO ZACARIAS	REGION	JUNIN
SECTOR		PROVINCIA	CHANCHAMAYO
FUNDO		DISTRITO	CHANCHAMAYO
FECHA DE RECEPCIO	4/12/2017		

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/100	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
125-2017	T 4	6.1	4.60	0.30	8.64	108	0.867	0.127	51	29	20	FRANCO

Edad de plantación

Distanciamiento de siembra

Fecha de muestreo

Cultivo presente

Latitud :

Longitud:

Altitud : msnm


Blgo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos



PROYECTO ESPECIAL PICHIS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS - PEPP

SOLICITANTE ROCIO ZACARIAS REGION JUNIN
SECTOR PROVINCIA CHANCHAMAYO
FUNDO DISTRITO CHANCHAMAYO
FECHA DE RECEPCION 4/12/2017

NUMERO DE MUESTRA		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Conducti vidad	Al + H meq/100	ANALISIS MECANICO			
LABORATORIO	CAMPO								ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
122-2017	TESTIGO	6.25	1.25	0.12	6.8	67	0.122	0.507	70	17	13	FRANCO ARENOS O

Edad de plantación

Distanciamiento de siembra

Fecha de muestreo

Cultivo presente

Latitud :

Longitud:

Altitud : msnm


Blgo/B. Luis Caballero Palomino
Especialista en Suelos

Panel Fotográfico



Foto preparación del terreno



Emergencia de las plantas



Foto limpieza del cultivo



Foto Presentación de tratamientos



Foto: Altura de planta



Foto diámetro del tallo



Foto Número de vainas



Foto Peso fresco de las plantas