

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



T E S I S

**Efecto de bokashi en el cultivo de frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.)
Walp), en el distrito de Chanchamayo - Junín**

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Roller Jacinto BALTAZAR VENEGAS

Bach. Yerelin Yessenia MORENO BALTAZAR

Asesor:

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA

La Merced – Perú – 2024

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



T E S I S

**Efecto de bokashi en el cultivo de frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.)
Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Mg. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA
MIEMBRO

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 012-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por

BALTAZAR VENEGAS, Roller Jacinto
MORENO BALTAZAR, Yerelin Yessenia

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo

Tesis

Efecto de bokashi en el cultivo de frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo - Junin

Asesor

Dr. DE LA CRUZ MERA, Carlos Adolfo

Índice de similitud

14%

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 25 de enero de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis A. Huneez Tovar
Director

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

En esta instancia esta tesis queremos dedicar a nuestros padres que con fuerza y coraje hicieron posible que logremos nuestro primer propósito de vida que es ser profesionales, por habernos forjado y ayudarnos a llegar al punto en el que nos encontramos en formarnos con reglas y virtudes para ser unas buenas personas de éxito para alcanzar nuestros proyectos y anhelos que se darán en nuestro camino profesional.

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo agradecemos en primer lugar a Dios, a nuestros padres y seres queridos por su apoyo moral y económico para continuar nuestros estudios y alcanzar nuestras metas de un futuro mejor y así lograr ser el orgullo de ellos.

A nuestra alma mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias por habernos enseñado los conocimientos de años de aprendizaje académico en formación hacer unos grandes futuros Ingenieros Agrónomos.

De igual manera a mis formadores y en especial al Dr. Luis Huanes Tovar y al Dr. Carlos Adolfo De La Cruz Mera como asesor de nuestra tesis porque constantemente nos motivaron a seguir estudiando cuando quisimos decaer y dieron el aliento para ser mejor cada día.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en los meses de abril a agosto de 2023, para determinar el efecto de bokashi en el cultivo del frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín, evaluando las variables crecimiento aéreo de la planta con sus indicadores altura y el diámetro del tallo de la planta; la biomasa con los indicadores peso fresco y seco de las plantas y la variable producción teniendo como indicador el rendimiento en kg/Ha; aplicando los siguientes tratamientos: T1: Testigo (sin bokashi), T2: (5,000 kg/Ha de bokashi), T3: (10,000 kg/Ha de bokashi), T4: (20,000 kg/Ha de bokashi). y T5: (30,000 kg/Ha de bokashi), se evaluó desde los 15 a los 90 días. Obteniendo la mayor altura de planta para el tratamiento T5: con 52.60 cm, el mayor diámetro de tallo se obtuvo el mismotratamiento con 8.48 mm, el mejor peso fresco de la planta igualmente T5 y T4 con 305.05 y 295.35 g respectivamente, y el mejor peso seco de la planta se consiguió igualmente para los T5 y T4 con 45.76 y 44.30 g, y el mayor rendimiento de la planta igualmente se logró para el T5 y T4 con 1441.06 y 1337.50 kg/Ha; concluyendo que se acepta la hipótesis alterna de nuestra investigación que los niveles del bokashi influyen en el crecimiento aéreo del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), igualmente se e acepta la hipótesis alterna que los niveles del bokashi influyen en el incremento de la biomasa del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) *de la* mismamaneira se acepta la hipótesis alterna que niveles del bokashi influyen en el incrementode la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),

Palabra clave: *Vigna unguiculata*, WalpBokashi

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the months of April to August 2023, to determine the bokashi effect in the cultivation of Castilla beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), in the district of Chanchamayo - Junín, evaluating the aerial growth variables of the plant with its height indicators and the diameter of the stem of the plant; the biomass with the indicators fresh and dry weight of the plants and the production variable having the yield in kg/Ha as indicator; applying the following treatments: T1: Control (without bokashi), T2: (5,000 kg/Ha of bokashi), T3: (10,000 kg/Ha of bokashi), T4: (20,000 kg/Ha of bokashi). and T5: (30,000 kg/Ha of bokashi), it was evaluated from 15 to 90 days. Obtaining the highest plant height for the T5 treatment: with 52.60 cm, the largest stem diameter was obtained for the same treatment with 8.48 mm, the best fresh weight of the plant equally T5 and T4 with 305.05 and 295.35 g respectively, and the best plant dry weight was also achieved for T5 and T4 with 45.76 and 44.30 g, and the highest plant yield was also achieved for T5 and T4 with 1441.06 and 1337.50 kg/Ha; concluding that the alternate hypothesis of our research that bokashi levels influence aerial growth of Castilla beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) is accepted, and the alternate hypothesis that bokashi levels influence the increase in the biomass of Castilla bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in the same way, the alternative hypothesis that bokashi levels influence the increase in production of Castilla bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) is accepted.

Keyword: *Vigna unguiculata*, Walp Bokashi

INTRODUCCIÓN

El frijol castilla llamado también llamado caupí o frijol Chiclayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), es una leguminosa con alto consumo en la población costeña y de la selva de nuestro país, por sus cualidades alimenticias en grano frescoo maduro, por ser de fácil digestión, alto contenido proteico (24%), elevado porcentaje de carbohidratos (57%); además de cumplir un rol importante en la alimentación humana, la planta es utilizada como factor de corrección de la fertilidad del suelo (Ríos, 1998).

Esta leguminosa está considerada como un alimento básico en la dieta diaria de la población especialmente de nuestra selva Central, junto con los cereales, productos lácteos y frutos de la región, por lo que es importante estimular su cultivo. Sin embargo, la producción y productividad del frijol castilla, está influenciado por una serie de factores, tales como: suelo, clima, manejo y variedad, (ARAA/CHOBA, 2006).

Nuestra selva peruana, presenta condiciones favorables para desarrollar el cultivo de ésta leguminosa, por contener diversidad de tipos de suelos asimismo, porque el frijol castilla tiene una gran adaptabilidad y rusticidad al medio, es de fácil manejo y requiere bajo costo para su cultivo, pero la tecnología de su cultivo, tipo de fertilización, el control fitosanitario, la poca disponibilidad de variedades de alto rendimiento, entre otros factores, promueve que se siga sembrando las variedades tradicionales con características agronómicas no adecuadas de baja producción y pequeño tamaño de granos que, en la actualidad, no prestan alternativas para abastecer el mercado local, nacional, (Laulate, 2000).

De igual manera, se ha constatado que en nuestra Selva Central, por ser una zona ecológica muy húmeda, se propaga fácilmente la vegetación, lo que genera el incremento de biomasa vegetal, que puede ser utilizada como compost y bokashi, la puede ser depositada en pilas de composta para que los organismos como las bacterias, hongos y

otros organismos más grandes como la lombriz de tierra ayuden en su descomposición y obtener un buen abono orgánico; ya que cuanto mayor sea la variedad de materiales en la pila de compost, mayor será la vida microbiana, y por lo tanto, mejor será la calidad del compost y del suelo, (Cruzado y Gamarra, 2017).

De igual manera las comunidades andinas y amazónicas de nuestro país, desarrollan este cultivo, en áreas críticas como las laderas y franjas marginales con la intención de llevar alimentos a su familia, descuidando el equilibrio ecológico del lugar. Lamentablemente, estas comunidades tienen un poco acceso a las fuentes de cooperación internacional y local por lo que se necesita enfoques y visiones más amplias que puedan mejorar sus cultivos y la preservación de nuestros recursos naturales que hagan posible un modo de vida sostenible y que contribuyan a la mejora de la calidad de vida del agricultor (ARAA/CHOBA, 2006).

Bajo estos fundamentos y con la intención de recuperar el suelo agrícola con sistemas de abonamiento orgánico, es que se plantea desarrollar esta investigación para determinar la influencia de 4 niveles de abonamiento con bokashi en el rendimiento del cultivo de frijol.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	5
1.3.	Formulación del problema.....	5
	1.3.1. Problema general	5
	1.3.2. Problemas Específicos	5
1.4.	Formulación de Objetivos.....	5
	1.4.1. Objetivo general.....	5
	1.4.2. Objetivo específico	5
1.5.	Justificación de la investigación.....	6
1.6.	Limitaciones de la investigación	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	8
2.2.	Bases teóricas - científica.....	11
2.3.	Definición de términos básicos.....	24
2.4.	Formulación de la Hipótesis	25
	2.4.1. Hipótesis General	25
	2.4.2. Hipótesis Específicas.....	25
2.5.	Identificación de Variables	25
	2.5.1. Variable independiente	25

2.5.2. Variable dependiente	25
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	26

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	27
3.2. Nivel de investigación	27
3.3. Métodos de investigación	28
3.4. Diseño de la investigación	28
3.5. Población y muestra.....	29
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	35
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	35
3.9. Tratamiento estadístico.....	35
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	36

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	37
4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados.....	39
4.3. Prueba de Hipótesis.....	55
4.3.1. Prueba de hipótesis para la altura de planta.....	55
4.3.2. Prueba de hipótesis para diámetro de tallo	55
4.3.3. Prueba de hipótesis para el peso fresco de la planta	56
4.3.4. Prueba de hipótesis para el peso seco de la planta.....	56
4.3.5. Prueba de el rendimiento de la planta.....	56
4.4. Discusión de resultados	56

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 3. 1. Descripción de sustratos.....	34
Tabla 4.1. ANVA para la altura de planta de frijol castilla evaluados a los 90 días	39
Tabla 4.2. Prueba de Duncan al 5% para la altura de las plantas a los 90 días de cultivo.....	40
Tabla 4.3. ANVA para el diámetro del tallo del frijol castilla evaluados a los 90 días	42
Tabla 4.4. Prueba de Duncan al 5% para el diámetro del tallo de las plantas a los 90 días de cultivo.....	43
Tabla 4.5. ANVA para el peso fresco de las plantas del frijol castilla evaluados a los 90 días	46
Tabla 4.6. Prueba de Duncan al 5% para el peso fresco de las plantas a los 90 días de cultivo	47
Tabla 4.7. ANVA para el peso seco de las plantas del frijol castilla evaluados a los 90 días.....	50
Tabla 4.8. Prueba Estadística de Duncan para el peso seco de las plantas a los 90 días de cultivo.....	50
Tabla 4.9. ANVA para el rendimiento de frijol castilla evaluados luego de la cosecha	53
Tabla 4.10. Prueba de Duncan al 5% para el rendimiento del frijol en kg/Ha.....	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página.
Gráfico 4.1. Altura de las plantas a los 90 días de cultivo	41
Gráfico 4.2. Evolución de la altura de las plantas hasta los 90 días de cultivo	41
Gráfico 4.3. Diámetro del tallo a los 90 días de cultivo	44
Gráfico 4.4. Evolución del diámetro del tallo hasta los 90 días	45
Gráfico 4.5. Peso fresco de las plantas a los 90 días de cultivo	48
Gráfico 4.6. Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 90 días de cultivo	49
Gráfico 4.7. Peso seco de las plantas a los 90 días de cultivo	52
Gráfico 4.8. Rendimiento del frijol castilla en kg/Ha	54

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En la selva peruana, el cultivo del frijol castilla, se realiza sin sistemas de abonamiento, siendo fertilizado con los remanentes de fertilizantes usados en anteriores cultivos. Lo que determina una baja producción y solo se cultiva con fines de autoconsumo, justificándose esta modalidad de cultivo porque el frijol es una leguminosa que realiza simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (*Rhizobium phaseoll*) y así contribuye gratuitamente a mejorar la fertilidad de los suelos. (Astier, 1994).

Los Andes amazónicos del Perú cuentan con una amplia diversidad de leguminosas domesticados y silvestres. La biodiversidad es uno de los elementos centrales de la agricultura que se practica en la Amazonía andina peruana y existen estrategias y prácticas sustentadas en una cosmovisión propia que hacen posible su regeneración permanente (ARAA/CHOBA. 2006).

Las comunidades andino amazónicas desarrollan la agricultura en áreas críticas con la intención de llevar el sustento de la vida descuidando el equilibrio ecológico del planeta. Sin embargo, estas comunidades tienen un limitado acceso a las fuentes de cooperación convencional y no están incluidas en programas que difundan su aporte a otras culturas. Se necesita de enfoques y visiones más amplios que puedan incluirlos para apoyar estos esfuerzos orientados a la revitalización del patrimonio biocultural. Incluso, en el Perú, estos han llegado a ser puestos bajo la amenaza de extinción por las políticas nacionales que descuidan la sabiduría que hace posible un modo de vida sostenible y que contribuye a la mejora de la calidad de vida en el planeta (ARAA/CHOPA, 2006).

Como consecuencia del empleo de prácticas de producción cada vez más intensivas en tiempo y espacio, en las últimas tres décadas el deterioro de los recursos naturales 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 Gallopín, (1990), sostiene la necesidad de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y mantener o aumentar la productividad de los cultivos y demanda desarrollar e implementar nuevas tecnologías para el manejo de los sistemas agrícolas.

El mismo autor menciona que una opción para mejorar la calidad y fertilidad de los suelos es el uso de compost y biofertilizantes, los cuales se apoyan recíprocamente.

El enfoque actual para promover la productividad, es a través de sistemas ecológicos, Quijano et al (1996), indicaron que existen factores como la baja calidad del suelo que limitan 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, la condición indispensable es promover una buena calidad biológica y físico-química del suelo, para que las plantas y estén bien alimentadas. (González et al. 1990).

La calidad del suelo se puede mantener reabasteciendo al suelo los nutrientes extraídos por las cosechas, con el uso de fertilizantes químicos sintéticos o bien mediante la reincorporación de residuos orgánicos. Otra alternativa para mejorar la calidad del suelo y obtener altos rendimientos, es mediante el uso de microorganismos simbióticos, los cuales se asocian con las raíces de las plantas e inducen a que éstas obtengan una nutrición adecuada, como ejemplo se cita una mayor disponibilidad de N en el caso de las bacterias *Rhizobium*, y mayor absorción de P cuando se usan hongos micorrízicos (González et al., 1990).

McLeod et al (2021) manifiestan que actualmente los sistemas agrícolas enfrentan diversos tipos de amenazas, tales como la pérdida del equilibrio medioambiental, la erosión, y los efectos provocados por el cambio climático entre muchas otras, lo que requieren de adoptar medidas que mitiguen la progresiva disminución de productividad de los suelos. Una de ellas, es la incorporación de nutrientes y materia orgánica a través de abonos orgánicos, los cuales favorecen la generación de la actividad microbiológica en el suelo y mejora la estructura y fertilidad del suelo. Los abonos orgánicos tienen el rol fundamental de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Existen diversos tipos de abonos orgánicos, siendo el bokashi ampliamente usado en toda América Latina.

Los mismos autores manifiestan que el bokashi es un abono orgánico fermentado, elaborado principalmente a partir de residuos de origen vegetal. Su nombre alude a la traducción japonesa de “fermentado”. En la agricultura se utiliza como abono con efecto progresivo y acumulativo en el tiempo, es decir poco a poco va mejorando y nutriendo la fertilidad de plantas y la vida del suelo. Mejora las características del suelo, la retención de humedad y ayuda a un mayor crecimiento de las raíces. Contribuye a la conservación del suelo y protege la biodiversidad. No es tóxico, ni constituye riesgo para la salud de las personas ni el medio ambiente.

Bajo estos lineamientos de recuperar el suelo agrícola con sistemas de abonamiento orgánico, es que se plantea evaluar la influencia de 4 niveles de **Coordenadas geográficas:**

- a) Longitud oeste : 75°18'15''
- b) Latitud sur : 11°03'00''
- c) Altitud : 726 m.s.n.m
- d) Zona de Vida : bh-PT

Esta área está ubicada a una altura de 725 msnm. De acuerdo a la clasificación de zonas de vida según Holdridge (2000), nuestra área de estudio pertenece a la zona de bosque húmedo pre montano tropical bh-PT.

La presente tesis tiene como objetivo, evaluar el efecto del bokashi en el cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín abonamiento con bokashi en el rendimiento del cultivo de frijol.

De igual manera, se propone realizar esta investigación en el campus experimental de la UNDAC, Filial La Merced, ubicado en el distrito y provincia

de Chanchamayo, en los meses de abril a agosto del año 2023.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente Tesis, busca como objetivo general determinar la influencia del abono bokashi en la producción del frijol castilla, bajo condiciones ambientales de la selva Central, instalándose la investigación en la provincia de Chanchamayo, departamento de Junín; evaluando el crecimiento aéreo, su biomasa y la producción del frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de bokashi en el cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín?

1.3.2. Problemas Específicos

¿Los niveles de bokashi, tendrán influencia para incrementar la vigorosidad de la planta?

¿Los niveles de bokashi tendrán influencia para incrementar la biomasa de la planta del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),

¿Los niveles de bokashi influirán en el incremento de la producción del frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto bokashi en el cultivo del frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín

1.4.2. Objetivo específico

- Evaluar la influencia del bokashi en el crecimiento aéreo del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),

- Determinar la influencia del bokashi para incrementar la biomasa del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),
- - Evaluar la influencia del bokashi en el incremento de la producción frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),

1.5. Justificación de la investigación

Ganoza (2014), manifiesta que el frijol, igual que otras leguminosas, poseen la capacidad de formar una simbiosis con dos tipos de microorganismos:

- a) Se asocian con ciertas bacterias del género *Rhizobium* para tomar nitrógeno del aire y del suelo para convertirlo en nitrógeno aprovechable por la planta.
- b) Establece una relación mutualista con los microorganismos simbióticos.

Cardona, et al (2002), manifiestan que si se quiere impulsar el aumento de la productividad de los sistemas agrícolas y al mismo tiempo conservar los recursos naturales, se debe promover el uso del compost y de los microorganismos simbióticos, Estos, se consideran factores importantes en la productividad agrícola, y representan un potencial para generar una agricultura sostenible pues mejoran el ciclo de nutrientes, manteniendo la integridad del ambiente.

González et al. (1990), reportan que el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), se utiliza en la provincia de Chanchamayo, tanto para el autoconsumo como para la comercialización. Su importancia radica en ser un generador de ingresos para la familia rural y básico para su dieta alimenticia.

Los sistemas tradicionales de producción agrícola en el área, se realizan especialmente 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, que reduce drásticamente el rendimiento del cultivo. Los

agricultores no efectúan la fertilización, solo usan los fertilizantes remanentes del cultivo anterior, otras veces lo realizan con fertilizantes sintéticos en forma descontrolada; y, 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).

1.6. Limitaciones de la investigación

La principal limitante que se tuvo para desarrollar nuestra investigación, fue determinar uso del campo experimental, ya que las parcelas experimentales son pequeñas, lo que retardó instalar la presente tesis.

Superado el impase del uso del terreno experimental, se tuvo como limitante la preparación del bokashi fue la obtención de la gallinaza por tener una sola granja avícola en la zona de Chanchamayo, pero coordinado con los encargados de la granja se pudo superar este inconveniente.

De igual manera, las condiciones climáticas de la región de Chanchamayo determinan un clima muy húmedo, lo que incrementa la mano de obra en la preparación del bokashi, ya que se tiene que voltear la mezcla diariamente por una semana, superando este impase con ayuda de los alumnos de la Escuela de Agronomía de ésta Filial.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Productividad de Agroecosistemas

Quijano et al., (1996) afirma que el enfoque actual para promover la productividad y definir el efecto de las variables que intervienen en el rendimiento para un cultivo como el frijol, se está manejando a través de agroecosistemas, Quijano et al., (1996). Indicaron que existen factores abióticos que determinan la producción potencial de un cultivo, otros como la calidad biológica y físico-química del suelo que limitan el crecimiento y a estos se agregan los factores 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 en un agroecosistema, es indispensable entre otras acciones, mejorar la calidad del suelo, con la finalidad de que las plantas se desarrollen y estén bien alimentadas. La definición de calidad de suelos incluye tres ejes 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) mejorar 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 un reservorio de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, así como la recarga de acuíferos; y c) mejorar la salud de las tierras agrícolas, que se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para el hombre y para los animales.

La FAO, (1991), manifiesta que la calidad del suelo y su productividad, están ligadas a los componentes orgánicos en relación a la cantidad de microorganismos presentes en el suelo, estos atributos se consideran como un proceso dinámico que evoluciona a través del tiempo y del espacio, pero está influenciado negativamente por la pérdida de la fertilidad natural, por la extracción de las cosechas, por el exceso de sistemas de fertilización sintéticas para obtener altas productividades y por la no reincorporación de los residuos orgánicos.

Estudios sobre el bokashi.

Moran (2010), en su investigación para evaluar la influencia del bokashi en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*. L) evaluó 4 tratamientos con 3 repeticiones siendo el (T1: 0 g de bokashi /planta), (T2: 80 g de bokashi /planta), (T3: 100g de bokashi /planta), (T4: 120 g de bokashi /planta); evaluando la altura

de planta, peso del producto, número de frutos y el rendimiento por parcela. Reportando que el (T3:120 g de bokashi /planta) es el tratamiento que logró el mayor número de frutos comerciales con 9.12 frutos por planta; el mayor rendimiento en toneladas/Ha y también logró este tratamiento la mayor producción

14.98 TM/Ha. Por lo que se determinó que la mejor dosis de bokashi para este cultivo, fue de 100 TM/Ha.

Cruzado y Gamarra (2017), en su investigación para evaluar el efecto de niveles de Bokashi enriquecido con Microorganismos de Montaña en el desarrollo y crecimiento de frijol *Vigna unguiculata*. l. walp. en Chanchamayo, reporta que consiguió con 6.4 ton/ha. de bokashi un rendimiento de 1242 kg/Ha, y el menor rendimiento se obtuvo en el Tratamiento testigo con 688.82 Kg/Ha cultivo sin bokashi, muy a pesar que el T4 tiene mayor cantidad de bokashi (con 8.0 ton/ha), la biomasa total de la planta a los 50 días del cultivo reportó mayores valores para el T3 con 42 gr. de peso seco/planta. De igual manera el grosor del tallo a los 50 días de cultivo reportó mayores valores el T3 con 11.25 cm. Y el menor valor presentó el T1 con 7.75 cm. En cuanto a la mayor altura de planta a los 50 días de cultivo también se reporta para el T3 con 89.5 cm. Y la menor altura lo presentó el Testigo con 59.25 cm. El mayor peso seco de la planta (biomasa) se reportó para el T3 con 42 gr/planta.

Huaman (2019) en su investigación para determinar el efecto de la incorporación de dos fuentes de materia orgánica: vacaza y gallinaza enriquecidas con microorganismos eficientes en el crecimiento y en la producción del cultivo de frijol caupí en Pucallpa; evaluando la altura de planta, floración, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos y

rendimiento por ha. Determinó que, los tratamientos a base de abonos enriquecidos con microorganismos eficientes tuvieron un mejor comportamiento que los abonos sin procesar y el testigo para las variables altura de planta y porcentaje de floración, número de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento por ha, respecto a los tratamientos a base de abonos sin procesar y el testigo sin abono. Reportó un máximo rendimiento de 3017 Kg/Ha de frijol

2.2. Bases teóricas - científica

La agroecología

La agricultura ecológica se desarrolla en base a los agroecosistemas y representa una forma de enfocar la producción agrícola basada en el respeto al entorno, produciendo alimentos sanos, de buena calidad y en cantidades aceptables, aprovechando al máximo el potencial productivo de la planta con la aplicación de conocimientos científicos y técnicos. La agricultura ecológica por un lado considera el estudio de los procesos ecológicos que tienen lugar en los agroecosistemas y por otro, representa un agente de cambio hacia una agricultura con bases de sostenibilidad (Gliessman, 2000)

La agricultura ecológica, considera una finca como un sistema de procesos ecológicos que están trabajando constantemente, orientados a la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, la interacción entre las plantas, las plagas y los insectos benéficos, generando un flujo de energía, balance hídrico y para conseguir la regeneración de los recursos naturales dando un enfoque a la agricultura más ligada al ambiente y centrada no solo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema (FAO, 1991).

En el mundo se están empleando diferentes herramientas para producir en forma sostenible a los sistemas agrarios, y en la actualidad se ha optado por las

técnicas participativas, cuyo propósito está dirigido a la transformación de los agroecosistemas a partir de una concepción holística desde el punto de vista socioeconómico y agroecológico, tomando en consideración la participación comunitaria como protagonista del proceso productivo Cardeiro et al, (2019).

En forma general, los sistemas de producción sostenibles se caracterizan, por desarrollar prácticas adaptadas al entorno biofísico, planteando usar los terrenos agrícolas con una alta diversidad en los cultivos y una baja dependencia de insumos externos. Sin embargo, estos sistemas se encuentran amenazados principalmente por el deterioro ambiental y la presión de tecnologías externas (Da Conceição-dos Santos et al, (2022).

Se consideran como indicadores para evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas, algunos de observación o mediciones directas, realizadas a nivel de agroecosistema, por ejemplo: medir la fertilidad del suelo, evaluar la salud y la diversidad de las plantas y cuantificar la productividad del cultivo (Arriagada, 2015).

La agricultura ecológica usa el abono orgánico el cual es de color oscuro, tiene la propiedad de absorber las radiaciones solares, calentando al suelo y adquiere más temperatura lo que le ayuda a absorber con mayor facilidad los nutrientes del suelo, mejora su estructura y textura, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos, mejora la permeabilidad del suelo, ya que influyen en su drenaje y aireación. Disminuye la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano, (Fortuny Fortun, 1989).

El bokashi

Masaki, et al. (2000), define al Bokashi como una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”, considerándola como una traducción al Español (abono fermentado) definiéndolo como abono orgánico fermentado.

De igual manera manifiesta que tradicionalmente para la preparación del Bokashi, los agricultores japoneses usan como materia orgánica, el polvillo de arroz, la torta de soya, harina de pescado y tierra de los bosques como inoculante de microorganismos. Estos suelos contienen varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación del abono. El Bokashi ha sido utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes para el desarrollo de los cultivos.

Herrera y Ramirez (1999). Manifiesta que el composteo de las excretas antes de su incorporación al suelo favorece su descomposición y la asimilación de nutrientes por las plantas y aumenta su disponibilidad, también facilita la movilización e intercambio de estos nutrientes y evita su pérdida por lixiviación.

Barchuk, et al, (2020, define al bokashi, como la degradación bioquímica de la materia orgánica por la acción de una población mixta de microorganismos aeróbicos convirtiéndose en un compuesto bioquímicamente inactivo llamado compost, que al ser aplicada al suelo mejora las condiciones físico-químicas del mismo.

Actualmente, el bokashi se considera como un compuesto orgánico que busca estimular el incremento de la población microbiana en el abono, mezclando materia prima de partículas pequeñas (desechos vegetales, gallinaza, carbón picado, polvillo de arroz, tierra agrícola, etc.), evitando el incremento de

temperaturas superiores a los 45-50°C, debiendo ser humedecido todos los sustratos usados para la preparación, solamente al inicio, y se va secando mediante volteo frecuente (inicialmente 2 a 3 veces al día la primera semana), hasta estar listo para su almacenaje en tres o cuatro semanas. El bokashi presenta la característica de ser un sustrato sin terminar de compostar, al ser humedecido nuevamente, vuelve a incrementar la temperatura, por lo que no se debe aplicar cerca de las plantas o las semillas. Masaki et al. (2000). Manifiestan que la elaboración del compost tipo bokashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos por poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos bajo temperatura controlada, que en condiciones favorables producen un sustrato parcialmente estable de lenta descomposición (Fortun y Fortun, 1989). El bokashi mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica, pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas de los componentes químicos por volatilización. Además, suministra compuestos orgánicos (vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macroorganismos benéficos durante el proceso de descomposición y fermentación. También ayuda en la formación de la estructura de los agregados del suelo (Masaki et al., 2000).

Pedrahita y Caviedes (2012), en su investigación reporta los resultados del análisis químico realizado al bokashi, y manifiestan que cumplen con los parámetros establecidos en cuanto al contenido nutrimental de abonos, el cual se refiere de acuerdo a lo planteado para ser considerado como abono orgánico, a continuación se presente un cuadro con los principales macronutrientes que contiene el bokashi y sus valores, varía de acuerdo al tipo de insumo que se usa

para su elaboración.

Contenido de algunos macro elementos en el abono Bokashi elaborado

Macro elementos				
N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (ppm)
0,98	0,74	0.61	0,07	5950,33

Ventajas del Bokashi.

Arriaga, J (2015), manifiesta que Al usar el abono bokashi, no hay formación de gases tóxicos ni produce malos olores. De igual manera facilita el manejo del volumen de abono, su almacenamiento, transporte y disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y con las necesidades de cada productor). Se puede producir en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias. De igual manera, autorregula agentes patógenos en el suelo, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros.

Permite su uso, al final en los cultivos, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.

De igual manera manifiesta que estimula el crecimiento de las plantas por una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados. No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.

Otra de las ventajas es la diversidad de insumos a ser usados para su elaboración, dada la gran variedad de los materiales que se encuentran disponibles en las diferentes localidades, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las recetas, haciéndolo más apropiado a cada actividad agropecuaria y condición rural.

Se 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.

El compost

Arriaga, (2015), define al compost, como la materia orgánica descompuesta por acción de microorganismos descomponedores sobre residuos vegetales y animales, en condiciones de humedad y aireación equilibradas bajo condiciones ambientales naturales. Estos residuos son transformados en materia orgánica y en nutrientes que se reintegran al suelo, promoviendo la regeneración de los mismos. Las plantas para estar sanas requieren una cantidad constante y diversa de nutrientes.

Las plantas pueden obtener el 96% de estos nutrientes del aire, el agua y el sol. Sin embargo, si no obtienen el 4% restante no crecerán bien ni podrán proveernos de un alimento sano. El compost mezclado con tierra puede proveer estos importantes nutrientes, si los materiales que lo integran los tienen (Arriaga, 2015).

El mismo autor manifiesta que el proceso de descomposición se lleva a cabo en forma lenta, que dura varios meses, en una pila de composta y su descomposición se debe a una serie de organismos microscópicos, incluyendo

bacterias, hongos y otros organismos y macroscópicos como la lombriz de tierra. El proporcionar las condiciones ideales para estos organismos es lo que hace que un compost sea bueno. La pila de compost necesita lo siguiente: Aire: Las bacterias benéficas necesitan aire para respirar, así que los materiales para la composta deben apilarse sueltos; pero no demasiado, ya que el exceso de aire tampoco es bueno.

Humedad: Los organismos del suelo necesitan suficiente agua para mantenerse con vida, pero no en exceso, no se trata de ahogarlos.

Materiales a ser descompuestos: Mientras mayor sea la variedad de materia orgánica en la pila de compost, mayor será la vida microbiana, y por lo tanto, mejor será la calidad del compost y del suelo.

Además, una gran diversidad de microbios en el suelo reduce la posibilidad de enfermedades en las plantas.

Calor: Los microorganismos están mucho más activos durante los meses más calientes del año, cuando el promedio de descomposición es mayor. Conforme comienza el proceso de descomposición, la actividad microbiana causa un incremento de temperatura en la pila de compost. Algunos microorganismos mueren y otros toman su lugar, continuando con el proceso. Eventualmente, los organismos del suelo cambian los materiales orgánicos originales a una forma más estable de materia orgánica llamada humus.

El humus es un fertilizante vivo, lleno de microorganismos que consumen a otros microorganismos que han deshecho, re combinado y transformado la materia orgánica. Los nutrientes en el humus están fácilmente disponibles para las plantas a través de un proceso lento, natural y continuo.

Vegetación Madura: Hierbas, hojas, paja, pasto, incluyendo algunos

materiales leñosos, como el rastrojo del maíz picado. El material maduro provee de carbono orgánico, que es la fuente de energía para todas las formas vivientes.

Vegetación Inmadura: Hierbas frescas, pasto verde, desperdicios de cocina, incluyendo una pequeña cantidad de huesos, cultivos de composta verdes. Todos estos materiales proveen nitrógeno que permite a los microorganismos desarrollar sus cuerpos o estructuras con las que digieren su fuente de energía de carbono (Arriaga, 2015).

El cultivo del frijol

El frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), es originario de África Occidental y Central, con mayor diversidad en Etiopía. Se presume que del África pasó a la India en los años 100 - 500 años A.C., en donde se generó su variabilidad genética, del cual se derivan muchos de los cultivares actuales (Montilla 2015).

Laulate (2000), manifiesta que el cultivo del frijol en la selva, está considerado como alimento básico en la dieta cotidiana y forma parte de la gran reserva alimenticia junto con los cereales, productos lácteos, grasas y azúcares, siendo importante estimular su producción. Sin embargo, la producción y productividad del frijol castilla, está influenciado por una serie de factores, tales como: suelo, clima, manejo y tipo de variedad.

La selva Central presenta grandes posibilidades para desarrollar la siembra de leguminosas, por tener una variedad de suelos que son aptos para el cultivo de las leguminosas y porque el frijol castilla tiene bondades agronómicas importantes por su gran adaptabilidad y rusticidad resistente a los diferentes tipos de suelos, son de fácil manejo requiriendo bajo costo para su instalación, pero las tecnologías para su cultivo son inadecuadas, tales como: fertilización, control fitosanitario, siembra de variedades de bajo rendimiento, entre otras, hacen que

se tenga baja calidad del grano y por lo tanto baja producción., (Ganoza 2014).

Descripción botánica del frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),

Es una planta herbácea de hojas grandes y vistosas, trifoliadas y color verde brillante. Los tallos son volubles y soportan las inflorescencias de flores de color blanco-crema. El fruto es una legumbre alargada y estrecha por las semillas que sobresalen por encima de la planta. Las semillas son las alubias. Se diferencia de *Phaseolus vulgaris* (judía) por que tiene las flores más grandes, especialmente el estandarte, y largamente pedunculadas, además el pico de la carena curvado, pero no enrollado en hélice.

El frijol, sus hábitos de crecimiento son variados, pueden ser de crecimiento determinado (enano) o arbustivo (por lo general, permanecen erectas como arbolitos), y el crecimiento indeterminado ó voluble, éstas generalmente están postradas o son rastreras si no tienen un apoyo vertical para treparse fácilmente por medio de sus zarcillos se enrolla a un soporte que también se le conoce como frijol de vara o de enredaderas, a las variedades que se desarrollan de esta manera, (Melendez, 1997).

De igual manera sostiene que para las plantas de crecimiento determinado (enano) o arbustivo, las flores se encuentran en una inflorescencia terminal del tallo principal, característica que determina o finaliza el desarrollo de la planta. Para las plantas de crecimiento indeterminado ó voluble, la floración es axilar y, por consiguiente, el crecimiento del tallo continúa en forma indeterminada, éste último puede sub-dividirse en tres formas: el Indeterminado arbustivo, indeterminado postrado e indeterminado trepador. Hay muchas clasificaciones de acuerdo con la capacidad de crecer de las plantas indeterminadas, desde las que son ligeramente trepadoras, que bajo ciertas

condiciones emiten un zarcillos, dándole el aspecto de una planta determinada, hasta aquellas de tipo indeterminado que bajo ciertas condiciones pueden alcanzar entre ocho y 10 metros de altitud o extensión. Estas plantas, por lo general, son cultivadas en las zonas altas de los Andes y en algunas zonas de México, donde comúnmente son asociadas con otros cultivos para darles soporte (Melendez, 1997)

Morfología

Carvalho et al. (2016), reporta que el frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), es una leguminosa con alto valor nutricional y el conocimiento de su diversidad y potencial agronómico contribuye a establecer las bases para su conservación y uso sostenible. Esta planta es originaria en África que ha mostrado ventajas agronómicas, medioambientales y económicas en las regiones semiáridas del trópico. El grano tiene un elevado valor nutricional, rico en proteínas y aminoácidos esenciales, lo que lo convierte en una buena alternativa para satisfacer las necesidades de alimentación humana.

Según Carvalho et al. (2016). Manifiesta que el frijol Castilla es rústico y soporta deficiencias ambientales donde no prosperan otras leguminosas. Por lo que, el cultivo de frijol castilla se realiza en ambientes hostiles donde otras leguminosas no prosperan, soporta temperaturas elevadas, tolera la sequía y la baja fertilidad del suelo. Además, tiene la capacidad de establecer simbiosis con *Rhizobium* y los hongos micorrízicos, reduciendo la necesidad de fertilizantes y favoreciendo las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Estos atributos permiten valorar a esta especie como un cultivo importante en la propuesta para generar agroecosistemas sustentables.

Esta planta posee un sistema radicular bien desarrollado, compuesto de una

raíz principal y muchas raíces secundarias dándole la forma de un cono, que le permiten captar mejor los nutrientes del suelo; el frijol castilla como todas las leguminosas, hace simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, formando nodulaciones de tamaños muy variados. Estas nodulaciones reciben de la planta hidratos de carbono, pero ayudan en la captación de nitrógeno del aire e incorporarlo al suelo, el cual es cedido en una buena proporción a la planta, las raíces pivotantes son ramificaciones laterales, se encuentran poblados por bacterias (microorganismos) del género *Rhizobium* encargados de fijar el nitrógeno de la atmósfera. (Armendiz, et al,2003).

Su tallo y las ramas son de forma cilíndrica con ligeros bordes, algunas veces desprovistos de pelos (sin pubescencia) y huecos, con diferente coloración de acuerdo a la especie. El tallo principal tiene un hábito de crecimiento erecto, semiprostrado, prostrado los tallos pueden presentar pelos cortos y pelos largos o no tener pelos (ASPROMOR, 2012).

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 (Cardeiro et al. 2019).

El cultivo de frijol Castilla, representa una excelente alternativa para los pequeños agricultores de la región, pues por su corto periodo vegetativo puede utilizarse como cultivo de campaña chica, como lo hacen los productores de arroz que aprovechan el remanente de humedad y de los fertilizantes de la campaña agrícola anterior para cultivar el frijol castilla. O como cultivo estacional, como lo hacen la gran cantidad de agricultores temporales aprovechando la época de lluvias (Ganoza, 2014)

Fenología de la planta

Según ASPROMOR, (2012), menciona que el frijol castilla tiene dos fases bien definidas:

Fase vegetativa: Que e inicia cuando la semilla tiene las condiciones para su germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado y para las variedades de crecimiento indeterminado cuando aparecen los primeros racimos; en esta fase se desarrolla la estructura vegetativa de la planta para iniciar la actividad reproductiva de la planta; en la fase vegetativa el desarrollo de los meristemas terminales del tallo y de las ramas producen nudos en los cuales se forma complejos axilares susceptibles de un desarrollo posterior.

La Fase reproductiva: Se presenta en el momento de la aparición de los botones florales o los racimos, y la madurez de cosecha; en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado continúa la aparición de estructuras vegetativas cuando termina la denominada fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y vaina.

Clasificación taxonómica

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

Fuente: Melendez, 1997

Rendimiento

La producción del frijol castilla, está afectada por dos tipos de factores, los bióticos y los abióticos. Los factores bióticos son ocasionados en algunos casos por la mano del hombre, por ejemplo, la introducción de nuevos tipos de semilla (variedades ó cultivares), otros casos son ocasionados por plagas (insectos, malezas, roedores, aves, microorganismos 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, 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) (INIA. 2008). Igualmente, el cultivo del frijol castilla es afectado por un grupo complejo de factores ambientales, los de mayor impacto son la precipitación pluvial que genera inundación de los campos de cultivo, el exceso de radiación solar y las altas temperaturas. La relación entre el crecimiento y el rendimiento de un cultivo, está en función del clima en el que se desarrolle el cultivo; se considera que, el agua es el factor más importante de los tres citados anteriormente, (INIA. 2008).

En regiones con clima cálido, la producción y rendimiento de frijol varía en función de la época de siembra, de igual manera la producción de la biomasa y rendimiento del frijol es diferente entre las siembras en invierno 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. (Krans, 2,002).

El frijol castilla, tiene un mayor rendimiento y beneficio económico cuando se siembra como cultivo principal, logrando rendimientos superiores a los 2.500

Kg./Ha. lo cual permite competir en rendimiento a otros cultivos en las mismas zonas. En la actualidad, el rendimiento del frijol castilla, se ha incrementado de 800 a 1200 kilos/Ha. 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, pero se descuida evaluar el rendimiento en la selva peruana. (Ganoza, 2014).

Según Carvalho et al. (2016), el rendimiento potencial para 20 cultivares de frijol castilla en Brasil, varió entre 1.7 t ha⁻¹ a 4.9 t ha⁻¹ con una media de 2.9 t ha⁻¹ entre los cultivares evaluadas. 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, Cruz Nieto, et al (2018) reporta en su investigación para evaluar la influencia de la fertilización con fósforo en el cultivo de frijol castilla en la Provincia de Barranca- Perú, reporta un rendimiento de 2900 kilos/Ha.

2.3. Definición de términos básicos

Frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), Llamado caupí, carilla, alubia ojo de perdiz, judía de careta, frijol de carita, frijol Castilla (Perú), frijol paciencia (Ecuador), Es una planta anual cultivada probablemente por primera vez en África Occidental¹ que se cultiva en gran parte de Asia y América en sus diferentes variedades

Bokashi. Es la materia orgánica fermentada); es un abono orgánico sólido, producto de un proceso de fermentación (proceso anaeróbico) que acelera la degradación de la materia orgánica (animal y vegetal) y también eleva la temperatura, permitiendo la eliminación de patógenos (pasteurización). Este proceso es más acelerado que el compostaje y permite obtener un abono entre 12 y

21 días.

Compost. Es un proceso de transformación natural de los residuos orgánicos mediante la actividad biológica de oxidación que los convierte en abono rico en nutrientes y sirve para fertilizar la tierra. Cada 100 kg de desechos orgánicos se obtienen 30 kg de compost.

2.4. Formulación de la Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El bokashi influye en el cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Los niveles del bokashi influyen en la vigorosidad de la planta del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), bajo condiciones de Chanchamayo - Junín
- Los niveles del bokashi influyen en el incremento de la biomasa del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),
- Los niveles del bokashi influyen en el incremento de la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp),

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable independiente

Bokashi
Indicadores
Testigo 5,000 kg/Ha

10,000 kg/Ha

20,000 kg/Ha

30,000 kg/Ha

2.5.2. Variable dependiente

- Crecimiento aéreo de la planta

- Biomasa de la planta
- Producción de la planta

Indicadores

- Altura de plantas
- Diámetro del tallo
- Peso fresco de la planta
- Peso seco de la planta
- Rendimiento de frijol seco k/Ha

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente Bokashi	materia orgánica fermentada	Kg/Ha	Las cantidades de bokashi
Dependiente Crecimiento aéreo de la planta	Calidad de planta al término de su desarrollo	Crecimiento	Altura de plantas Diámetro de tallo
Biomasa de la planta	Peso de planta al término de su desarrollo	Kg	Peso fresco de la planta Peso seco de la planta
Producción de frijol seco kg/Ha	Rendimiento en peso seco de granos de frijol	kg/Ha	Rendimiento en peso seco de granos de frijol

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Esta investigación es Aplicada, porque evalúa la acción del bokashi en el cultivo de la planta del frijol castilla, el sustento científico se fundamenta sobre la fenología de la planta de frijol castilla, evaluando la relación entre el bokashi y la producción del frijol castilla bajo condiciones de trópico, para la selva central del Perú, teniendo como sustento lo reportado por (Gordón y Camargo, 2015), sostiene que la investigación es aplicada cuando se desarrolla con la intención de investigar y resolver un problema para ampliar el conocimiento científico sobre el tema que se está estudiando, teniendo como base, las ciencias básicas.

3.2. Nivel de investigación

Según Valderrama, (2017), define al nivel de investigación en relación a su naturaleza y profundidad del tema, manifestando que es grado de conocimiento

que posee el investigador en relación al problema, hecho o fenómeno a investigar. De la misma manera, Ríos (1998), manifiesta que una investigación es Simple o elemental cuando los problemas que investiga es de diagnóstico, comparativos, correlacionales (dos variables), explicativos (causa y efecto), de contenido (tema y fuente o tema y perspectiva) y cualitativos de un solo elemento estructural. Por lo que nuestra investigación evalúa la influencia del bokashi como abono orgánico en la producción del frijol castilla; afirmando por lo tanto que nuestra investigación tiene el nivel Simple.

3.3. Métodos de investigación

Para Tamayo y Tamayo, (1998), define al método experimental, a la investigación que manipula las variables: independiente (bokashi) para evaluar la variable dependiente (crecimiento y producción de la planta). El mismo autor sostiene que, *“en el método 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 dependientes (supuestos – efectos) dentro de una situación de control para el investigador”*.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación para nuestra investigación, fue el diseño completamente azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, con el siguiente modelo aditivo lineal:

Modelo aditivo lineal

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

Donde:

Y_{ij} = el valor observado

μ = la Media poblacional.

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

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

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

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

Análisis de variancia

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	fc	Ft		Sgn.
					5%	1%	
Tratamientos	4						
Error	15						
Total	19						

3.5. Población y muestra

Población

Población: Se cultivará 240 plantas de frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

Muestra: La muestra la conforman 4 plantas por unidad experimental para cinco tratamientos y 6 evaluaciones; haciendo un total de 120 plantas para realizar el total de las evaluaciones; habiendo sido instalado en el centro Experimental de la UNDAC Filial la Merced.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se aplicó para la presente investigación fue el de la observación directa, registrando la información en fichas elaboradas específicamente para evaluar a cada indicador, con el propósito de dar respuesta a nuestro problema de estudio; los instrumentos de recolección de datos usados

en la presente investigación fueron: la regla de metal milimétrica con error de 1 mm, la balanza eléctrica de precisión con error de 0.01 g. y el vernier eléctrico con error de 0.1mm; y para el registro de los datos se usaron las fichas técnicas. para lo cual se realizó lo siguientes procedimientos:

a. Elección del lugar del campo experimental

La investigación se realizó en el campus experimental de la UNDAC – Filial La Merced, ubicado en el distrito y provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín. Esta área está ubicada en Latitud Sur a $11^{\circ}04'27.5''$ y Longitud Oeste $075^{\circ}20'40''$, a una altura de 740 msnm. 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.

b. Preparación de las parcelas de investigación

Luego de ser ubicada la parcela experimental asignada por la Dirección de Escuela de Agronomía de la Filial La Merced, de la UNDAC, se procedió a realizar la limpieza del terreno retirando la mala hierba, luego se procedió a demarcar el área a utilizar para cada tratamiento.

Cada unidad experimental se instaló en una línea de cultivo o surco; teniendo 5 surcos totales. En cada muestreo, se evaluó 4 plantas por tratamiento; habiéndose realizado 6 evaluaciones (a los 15,30,45,60,75 y 90 días); requiriendo 120 plantas y para prever la mortalidad y cualquier otra eventualidad de pérdida de las plantas se cultivó 240 plantas.

c. Preparación del bokashi

Siguiendo la propuesta de McLeod et al (2021) Se usaron los siguientes ingredientes:

- 40 kg de tierra de buena calidad

- 20 kg de afrecho
- 40 kg de gallinaza
- 1 chancaca
- 20 gramos de levadura
- 1 litro de yogurt
- 20 litros de agua

Los ingredientes incluidos en su preparación cumplen la siguiente función:

Tierra: Aporta el pool de microorganismos al abono, homogeneidad física y ayuda a distribuir la humedad.

Afrecho: Evita la acidez de la mezcla, es fuente energética para la fermentación. Aporta activación hormonal y nitrógeno entre otros nutrientes.

Gallinaza: Es la fuente de nitrógeno, aporta de forma rápida nutrientes, dependiendo del origen de ellos, y es inóculo de microorganismos.

Chancaca: Es la principal fuente energética para la fermentación. Favorece la multiplicación de microorganismos. Aporta micronutrientes como potasio, calcio y fósforo y otros como zinc, magnesio, y hierro. Ayuda a acelerar la descomposición de materia orgánica.

Levadura: Fuente de inoculación microbiológica, es el arranque de la fermentación.

Yogurt: Contiene proteínas y es caldo de cultivo para microorganismos que aceleran el proceso de fermentación. su función es homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono.

Procedimiento:

Se ubicó un lugar bajo techo y se colocó un plástico al piso de tierra,

para evitar el contacto de los insumos con el suelo ocupando un espacio de 2 m². **Procedimiento para los componentes líquidos:** El yogurt se dejó airear por 2 a 3 horas en un recipiente abierto para que se oxigene.

Luego se mezcló la levadura con azúcar.

Se diluyó un pan de chancaca en un poco de agua. En un balde de 20 litros se puso agua a temperatura ambiente; luego se agregó la levadura endulzada, se agregó el yogurt oxigenado y la chancaca diluida.

Procedimiento para los componentes sólidos: En forma intercalada se dispuso por capas la tierra zarandeada, el afrecho y la gallinaza (evitando colocar terrones grandes; si los hubiera hay que desintegrar los terrones con la mano). Se agregó 2 lampadas de ceniza proveniente de cocinas a leña evitando que no provenga de maderas tratadas con químicos.

Se colocaron los materiales sólidos en capas uno sobre el otro, hasta formar un montículo o pila. Seguidamente, se agregó agua para humedecer la mezcla sólida hasta alcanzar entre 30 - 40% de húmeda. Seguidamente se revisó el contenido de agua; que no debe tener exceso de humedad. Para verificarlo, se comprimió un puñado de la mezcla en la mano; observando que la mezcla no se desmorone y sin que gotee líquido; sin embargo, al tocar el puñado con el dedo, debe desmoronarse fácilmente.

Seguidamente, se cubrió la mezcla con bolsas plásticas, con la finalidad de mantener la temperatura estable.

Una vez preparada la mezcla del Bokashi, fue necesario seguir controlando el proceso de descomposición, especialmente la temperatura de la mezcla. Cuidando que no haya exceso de humedad, se realizó el venteo de la mezcla para generar condiciones aeróbicas a la mezcla y facilitar para

que se fermenta rápido y evitar que la temperatura aumente rápidamente.

□ La temperatura se debe mantener entre 35 C - 50 C. Para medir esto, se usó un termómetro normal; otro indicador que se usó fue un machete que se introdujo a la mezcla de bokashi, si es posible mantener la hoja de metal entre las manos, la temperatura es adecuada. Si la temperatura sobrepasa los 50 C, se debe mezclar bien la pila para reducir la temperatura y oxigenar la mezcla. Si la temperatura todavía se mantiene alta, trate de extender la pila para reducir la altura y conseguir con esto la reducción de la temperatura. Para controlar la temperatura, se debe voltear la mezcla 3 veces al día (mañana, medio día y tarde) los 3 primeros días.

El proceso de fermentación duró aproximadamente 15 días, Para comprobar que el Bokashi está listo para ser utilizado, se percibe un olor dulce fermentado y aparecen hongos blancos en su superficie. Si la pila libera un olor a podrido, el proceso ha fracasado.

d. Preparación de los tratamientos

La aplicación del bokashi se realizó de acuerdo a la dosis programada para cada tratamiento siendo colocados alrededor de la semilla para esperar la germinación de las mismas; las proporciones del bokashi por tratamiento se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 3. 1. Descripción de sustratos

Tratamientos	Bokashi (kg/Ha)	Bokashi (gr/mata)
T1	0	0
T2	5000	167
T3	10000	333
T4	20000	667
T5	30000	1000

e. Evaluación de los parámetros a investigar

Se realizó usando las fichas de evaluación de datos para cada parámetro a investigación y usando los instrumentos necesarios para cada parámetro a ser evaluado.

1. Determinar el crecimiento aéreo de las plantas

Se realizó evaluando la altura de la planta y el diámetro del tallo de la planta cada 15 días midiendo la altura de las plantas con la ayuda de un flexómetro desde el nivel del suelo, hasta la parte más alta de la planta. El diámetro del tallo se midió a los 15 cm de suelo con la ayuda de un vernier.

2. Determinar la biomasa de la planta

Para evaluar la biomasa de las plantas, se midieron varios indicadores por tratamiento; entre ellos, el peso fresco y seco de la planta con raíz cada 15 días; para las evaluaciones finales se considera pesar a la planta con sus vainas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días por tratamiento; considerando el peso fresco y el peso seco de las mismas.

3. Determinar Producción de la planta

Al final del cultivo se realizó la cosecha de las plantas, se procedió a

secar las vainas del frijol al sol, para luego desvainarlos. Se reconoce que los granos de frijol están secos cuando cese la pérdida de humedad (aproximadamente 7 días de soleado) y las vainas se abran fácilmente a la presión de la mano. Para evaluar la producción de la planta, se hizo el cálculo del rendimiento de granos de frijol de las plantas en kg/Ha. Para hacer el cálculo del rendimiento se multiplicó el número de semillas colocadas por planta de cultivo con el número de plantas proyectadas para una hectárea (90000 plantas) en base al distanciamiento entre plantas y entre surcos (0.30 x 1.00 m)

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

La presente tesis, se ejecuta a nivel de pre grado, para optar el título profesional de ingeniero agrónomo, por lo que, su validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación para elaborar los instrumentos de evaluación de nuestra investigación en relación a las variables estudiadas se hizo mediante la consulta bibliográfica, con los que nos permitió obtener datos y dar respuesta a nuestra hipótesis de investigación, en relación al bokashi en el cultivo del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos para nuestras variables se realizó con la ayuda de las fichas técnicas elaboradas para nuestra investigación, comprende de una tabla con 05 columnas en las que se registró el número de tratamiento, el número de repetición para las 6 evaluaciones que se realizaron cada 15 días, para la altura de la planta, el diámetro del tallo, el peso fresco de la planta, el peso seco de la planta, la producción por hectárea

3.9. Tratamiento estadístico

Los resultados para cada tratamiento, se evaluó a través del análisis de varianza (ANVA), con un nivel de significancia de $p=0.05$ para determinarse si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos; para aceptar o rechazar la hipótesis nula, luego se realizó la comparación de los promedios mediante la prueba estadística de Duncan al 5% con una probabilidad de $\alpha=0.5$. para determinar, que dosis de bokashi tiene mayor influencia en el cultivo del frijol castilla.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La ejecución de la presente investigación, es inédita y servirá de base para investigaciones, que contribuirá a incrementar el conocimiento sobre el cultivo y producción del cultivo y producción del frijol castilla bajo condiciones de Chanchamayo. Asimismo, esta investigación se desarrolló siguiendo los valores éticos del investigador dando fe de la confiabilidad de los datos que se incluyen en la presente investigación, y es un reporte fiel de las evaluaciones que se realizaron durante la Tesis.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Zona de ejecución

La presente tesis, se ejecutó en la Filial La Merced en la Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial La Merced, ubicada en el distrito y provincia de Chanchamayo del departamento de Junín; habiéndose instalado en el campo experimental de la Escuela de Agronomía.

a. Ubicación política

- Departamento : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Chanchamayo

b. Ubicación geográfica

- Longitud Oeste : 075°20.148'

- Latitud Sur : 11°04.588'
- Altitud : 725 m.s.n.m
- Zona de Vida : bh-PT

Materiales y equipos Materiales de campo

- Mangueras para el riego de las plantasAzadón
- Rastrillo
- Folder Planillero para colección de datos fichas de datos
- Cuchillo Machete Flexómetro
- Balanza eléctrica con 0.01g de error Vernier electrónico con 0.1mm de error

Material biológico

- Semilla de frijol castilla
- Bokashi

Materiales de escritorio

- Libreta de campo
- Lapiceros
- Reglas
- Plumones de tinta indeleble
- Papel bond 75 gr.
- Etiquetas autoadhesivas

Equipos

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital
- Estufa microbiológica
- Termómetro

- Balanza electrónica

Croquis de campo

Distribución de las Tratamientos

REPETICIONES	TRATAMIENTO				
1	T3	T4	T1	T1	T5
2	T2	T3	T4	T5	T1
3	T3	T4	T5	T2	T1
4	T2	T3	T4	T5	T1

4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados

Altura de planta

El análisis de la altura de la planta corresponde a la variable dependiente crecimiento aéreo de las plantas, que tiene como uno de los indicadores a la altura de las plantas. En la Tabla 4.1 y gráfico 4.1 se muestra el análisis de varianza que se realizó a los 90 días de cultivo; asimismo, se presenta la prueba estadística de Duncan al 5% ; todos los datos se muestran en la sección de anexos.

Tabla 4.1. ANVA para la altura de planta de frijol castilla evaluados a los 90 días

Fuente de variación	GL	S	C	F	Ft	Ft	Sgn
		C	M	c	0.05 %	0.01 %	
Tratamientos	4	214.77	53.69	77.460	3.056	4.893	**
Error	15	10.40	0.69				
Total	19	225.17					
	C	1.75%	DS	3.44	\bar{x}	47.46	
	V						

El Análisis e varianza (Tabla 4.1) para la altura de la planta, muestra que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, mostrando una media de 47.46 cm; con un coeficiente de variabilidad (CV) de 1.73%; datos que se encuentran dentro del rango de dispersión aceptable para trabajo desarrollados a nivel de campo experimental.

Tabla 4.2. Prueba de Duncan al 5% para la altura de las plantas a los 90 días de cultivo.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
T5: 30000 kg bokashi	4	52.60				
T4: 20000 kg bokashi	4		49.30			
T3: 10000 kg bokashi	4			47.13		
T2: 5000 kg bokashi	4				45.00	
T1: 0 kg bokashi	4					43.25
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

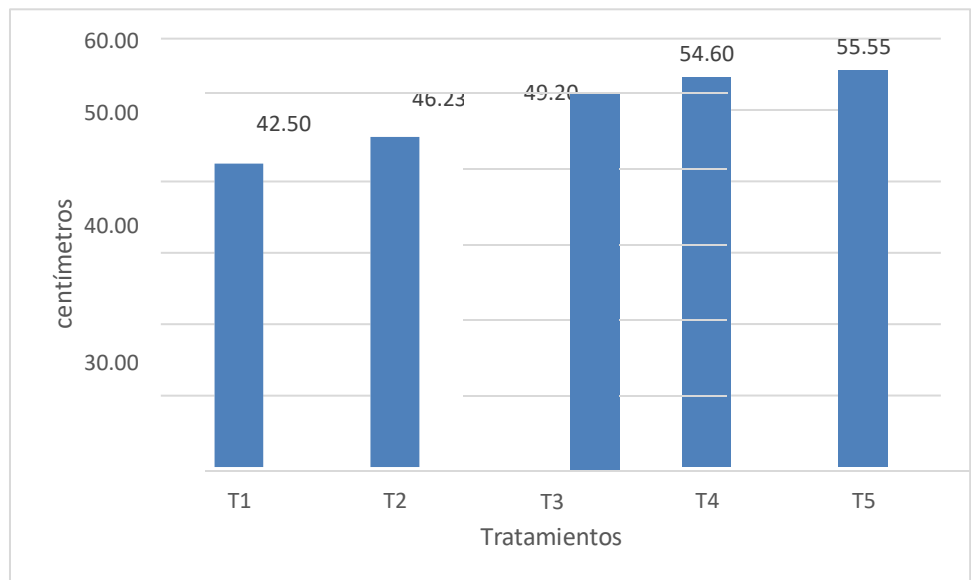
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4.000.

El análisis de comparación de los promedios de Duncan al 5% se muestran en la tabla 4.2, en relación a la evaluación de la altura de las plantas; corresponde al crecimiento aéreo de la planta, aquí se muestra que se forman 5 sub grupos, estando agrupados en orden decreciente. Estando en el primer sub grupo (a) el T5 con la mayor altura de la planta con 52.60 cm y corresponde al tratamiento con la mayor dosis de bokashi con 30000 kg/Ha, le sigue el T4 (b) con 49.30 cm, luego se encuentra el T3 (c) con 47.13 cm, seguido por el T2 (d) con 45.00cm y por último el Tratamiento Testigo T1 con 43.25 cm. Observamos que todos los tratamientos abonados con bokashi tuvieron mayor altura de planta, en comparación al tratamiento testigo (son aplicar bokashi). Lo que nos indica que el bokashi favorece el crecimiento de las plantas. Cabe señalar que la aplicación del bokashi a cada tratamiento se realizó colocando el abono alrededor de la semilla al momento de la siembra por una sola vez. La altura de las plantas a los 90 días de cultivo se presenta en el gráfico 01. Aquí observamos que tanto el T5 y el T4

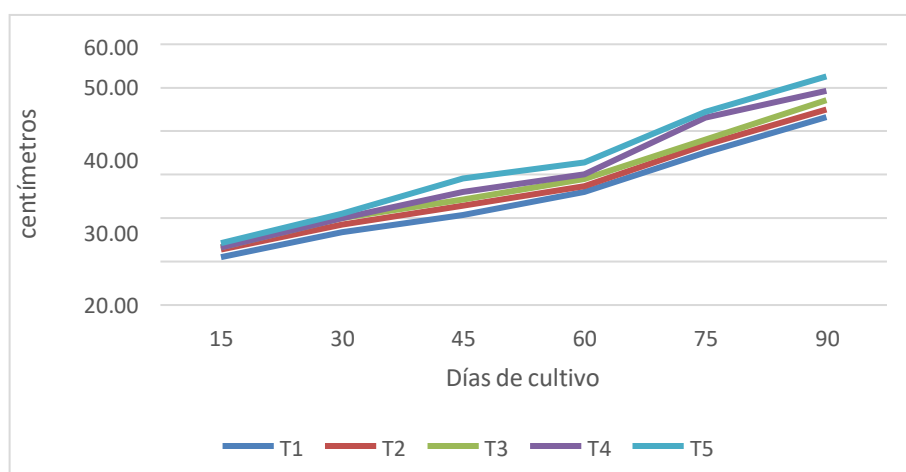
son los tratamientos que presentan la mayor altura de las plantas en comparación a los otros tratamientos y el tratamiento Testigo es el que presenta la menor altura de la planta.

Gráfico 4.1. *Altura de las plantas a los 90 días de cultivo*



En el gráfico 4.2, se observa la evolución del crecimiento de las plantas por tratamientos; aquí podemos observar que las plantas para todos los tratamientos incrementar su crecimiento a partir de los 60 días de cultivo, destacando desde el inicio del cultivo hasta el final el T5 que tuvo la mayor dosis de bokashi, seguido en orden decreciente la altura de la planta conforme disminuye la dosis de bokashi.

Gráfico 4.2. *Evolución de la altura de las plantas hasta los 90 días de cultivo*



Diámetro del tallo

El análisis del diámetro del tallo, corresponde a la variable dependiente crecimiento aéreo de las plantas, siendo éste, uno de los indicadores de ésta variable.

En la Tabla 4.3 se muestra el análisis de varianza que se realizó a los 90 días de cultivo para el diámetro del tallo; la prueba estadística de Duncan al 5% se muestra en la Tabla 4.4; en el gráfico 4.3. se muestra el diámetro del tallo a los 90 días; y, los datos se presentan en la sección de anexos.

Tabla 4.3. ANVA para el diámetro del tallo del frijol castilla evaluados a los 90 días

Fuente de variación	GL	S C	CM	F c	Ft 0.05 %	Ft 0.01 %	Sgn
Tratamientos	4	6.92	1.73	47.594	3.056	4.893	* *
Error	15	0.54	0.04				
Total	19	7.462					
	CV	2.43%	DS	0.63	\bar{X}	7.83	

El Análisis e varianza (Tabla 4.3) para el diámetro del tallo de la planta, muestra que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, mostrando una media de 7.83 mm; con un coeficiente de variabilidad (CV) de 2.43%; datos que se encuentran dentro del rango de dispersión aceptable para trabajo desarrollados a nivel de campo experimental, ya que existe poca dispersión de los datos en relación al gran promedio (7.83).

Tabla 4.4. Prueba de Duncan al 5% para el diámetro del tallo de las plantas a los 90 días de cultivo.

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5: 30000 kg bokashi	4	8.48		
T4: 20000 kg bokashi	4	8.45		
T3: 10000 kg bokashi	4		7.73	
T2: 5000 kg bokashi	4		7.60	
T1: 0 kg bokashi	4			6.90
Sig.		.855	.368	1.000

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

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

El análisis de comparación de los promedios de Duncan al 5% se muestran en la tabla 4.4, en relación a la evaluación del diámetro del tallo de las plantas; corresponde a la variable crecimiento aéreo de la planta, aquí observamos que se forman 3 sub grupos, estando agrupados por el grosor del tallo en orden decreciente. Estando en el primer sub grupo (a) el T5 y T4 con el mayor diámetro del tallo con 8.48 y 8.45 mm, y son los tratamientos con la mayor dosis de bokashi con 30000 y 20000 kg/Ha, le sigue el T3 y T2 (b) con 7.73 y 7.60 mm, y por último el Tratamiento Testigo T1 en el subgrupo (c) con 6.90 mm, con este análisis se puede observar que todos los tratamientos abonados con bokashi tuvieron el mayor diámetro de tallo, en comparación al tratamiento testigo (son aplicar bokashi). Lo que nos indica que el bokashi favorece el incremento del diámetro del tallo en las plantas de frijol castilla. Cabe señalar que la aplicación

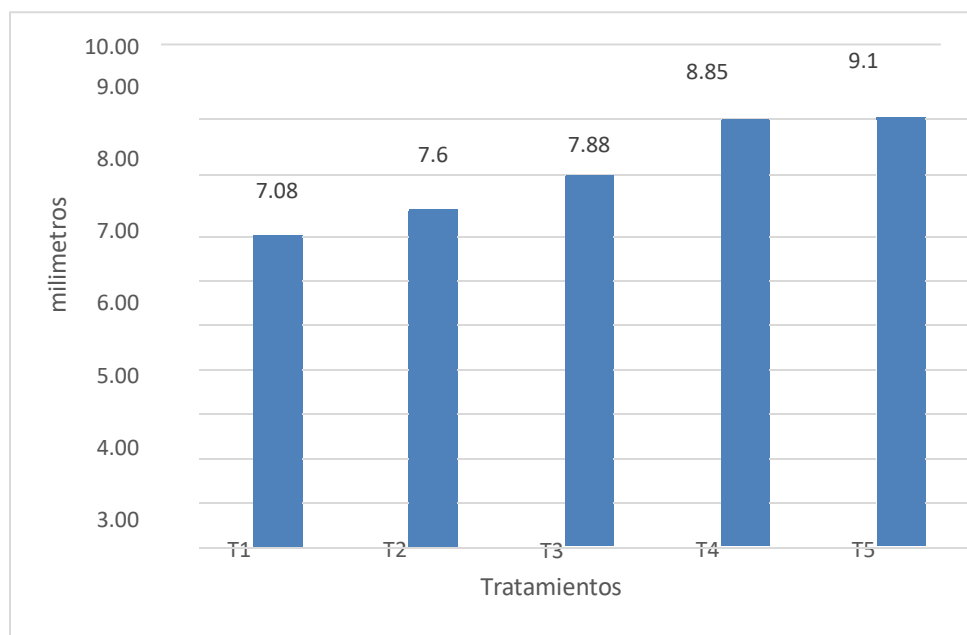
del bokashi a cada tratamiento se realizó colocando el abono alrededor de la semilla al momento de la siembra| por una sola vez.

Asimismo, se puede observar que para el sub grupo (a) la significancia entre esos tratamientos tiene el valor de 0.855, valor muy cercano a la unidad (1.000), lo que no indica que se tendría una probabilidadde 85% de obtener el mismo resultado usando la dosis de bokashi de 30000 o 20000 kg/Ha. Lo que no sucede para el grupo (b) que si significancia es de

0.368 valor lejano a la unidad, lo que nos indica que tiene un probabilidad muy bajo de 36% para obtener los mismos resultados al usar 5000 kg de bokashi para obtener 7.73 mm de grosor de tallo.

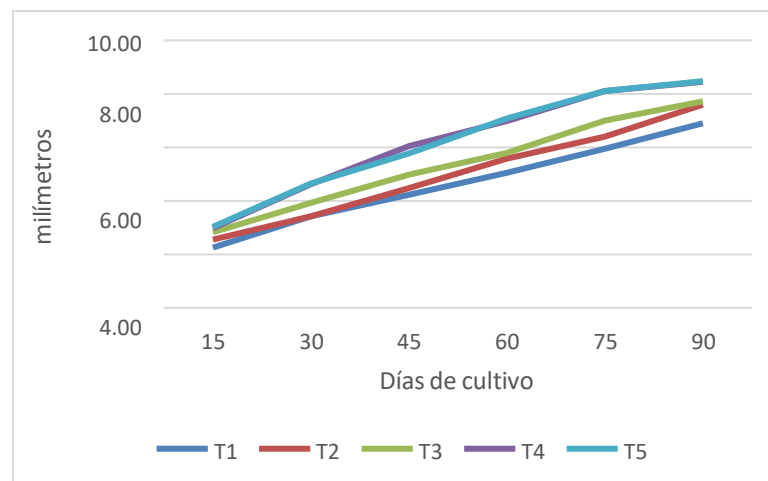
En el gráfico 4.3, se presenta el diámetro del tallo de las plantas a los90 días de cultivo, aquí se grafica lo reportado en la tabla de la prueba estadística de Duncan, donde se puede ver que el T5 y T4 tienen la mayor altura de planta con valores cercanos distante al resto de los tratamientos.

Gráfico 4.3. Diámetro del tallo a los 90 días de cultivo



En el gráfico 4.4, se observa la evolución del diámetro del tallo de las plantas por tratamientos hasta los 90 días de cultivo; aquí podemos observar que el incremento del grosor del tallo es lento pero continuo hasta los 75 días de cultivo para los para todos los tratamientos pero, luego disminuye la velocidad del incremento del diámetro de tallo pero aumenta lentamente para todos los tratamientos; destacando desde el inicio del cultivo hasta el final el T5 y el T4 que tuvieron la mayor dosis de bokashi y consiguieron el mayor diámetro del tallo en comparación a los otros tratamientos.

Gráfico 4.4. Evolución del diámetro del tallo hasta los 90 días



Peso fresco de la planta

El análisis de los datos del peso fresco de las plantas, corresponde a la variable biomasa de las plantas y en la Tabla 4.5 se presenta el análisis de varianza para el promedio de los tratamientos; en el gráfico 4.5. se muestra el peso fresco para cada tratamiento para los 90 días de cultivo y la evolución del peso fresco desde los 10 a los 90 días de cultivo, se muestra en el gráfico 4.6; asimismo, se realizó la prueba estadística de Duncan al 5% que se muestra en la Tabla 4.6. Todos los datos se reportan en la sección de anexos.

Tabla 4.5. ANVA para el peso fresco de las plantas del frijol castilla evaluados a los 90 días

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05 %	Ft 0.01 %	Sgn
Tratamientos	4	24950.86	6237.72	49.609	3.056	4.893	N S
Error	15	1886.06	125.74				
Total	19	26836.92					
	CV 4.28		DS 37.58		\bar{X} 261.78		

El Análisis de varianza (Tabla 4.5) para el promedio de los tratamientos del peso fresco de las plantas muestra que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos, mostrando unamedia de 261.78 g.; con un coeficiente de variabilidad (CV) de 4.28%; datosque se encuentran dentro del rango de dispersión aceptable para trabajo desarrollados a nivel de campo experimental, este coeficiente indica que existe poca dispersión de los datos en relación al promedio de cada tratamiento, pero existe un valor alto para la Desviación estándar de 37.58, que nos indica que existe mucha dispersión de datos entre el promedio de lostratamientos, por lo que también nos muestra un valor alto del F calculado, que nos indica que la acción del bokashi tiene diferente resultado para cada tratamiento.

Tabla 4.6. Prueba de Duncan al 5% para el peso fresco de las plantas a los 90 días de cultivo

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
T5: 30000 kg bokashi	4	305.05			
T4: 20000 kg bokashi	4	295.35			
T3: 10000 kg bokashi	4		263.45		
T2: 5000 kg bokashi	4			231.23	
T1: 0 kg bokashi	4				213.80
Sig.		.240	1.000	1.000	1.000

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

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

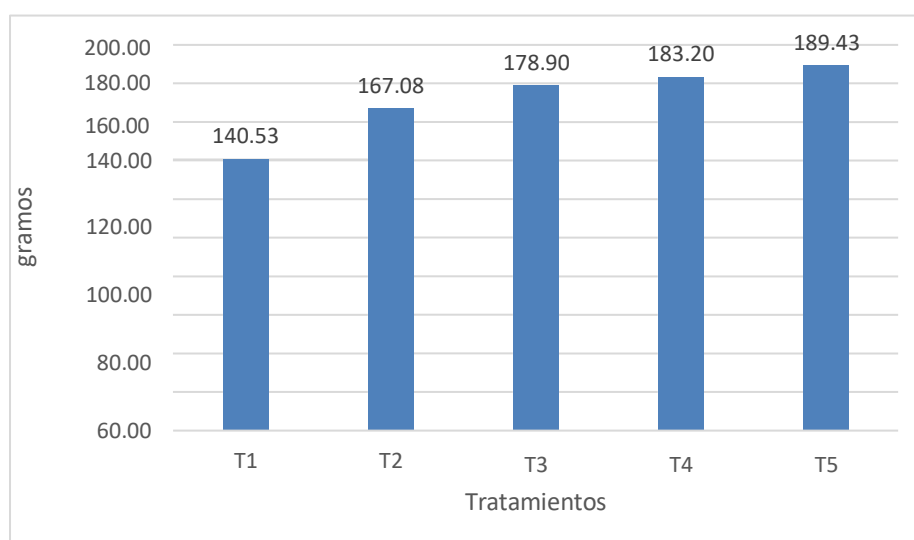
El análisis con la Prueba estadística de Duncan para comparar los promedios de los tratamientos del peso fresco de las plantas, se muestran en la tabla 4.6; corresponde a la variable biomasa de la planta, aquí observamos que se forman 4 sub grupos, estando agrupados por el mayor peso de las plantas según los tratamientos en orden decreciente. Estando en el primer sub grupo (a) los tratamientos T5 y T4 con el mayor peso fresco con 305.5 y 295.35 g respectivamente para cada tratamiento y son los tratamientos con la mayor dosis de bokashi con 30000 y 20000 kg/Ha, le sigue en sub grupo

(b) El tratamiento T3 con 263.45 g, seguido por el sub grupo (c) el tratamiento T2 con 231.23 g y por último en el sub grupo (d) el Tratamiento Testigo T1 con 213.80 g; por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos abonados con bokashi tuvieron el mayor peso fresco en cada tratamiento, en comparación al testigo (sin aplicar bokashi). Lo que nos indica que el bokashi favorece el incremento del peso fresco las plantas de

frijol castilla.

Asimismo, se puede observar que para el sub grupo (a) la significancia entre esos tratamientos tiene el valor de 0.240, valor muy distante a la unidad (1.000), lo que no indica que se tendría una probabilidadde 24% de obtener el mismo resultado usando la dosis de bokashi de 30000 o 20000 kg/Ha. Lo que no sucede para los otros tratamientos que se encuentran formando sub grupos individuales, pero siempre el Testigo se encuentran en el último sub grupo lo que nos indica que el bokashi influye en el incremento del peso fresco en cada tratamiento.

Gráfico 4.5. *Peso fresco de las plantas a los 90 días de cultivo*

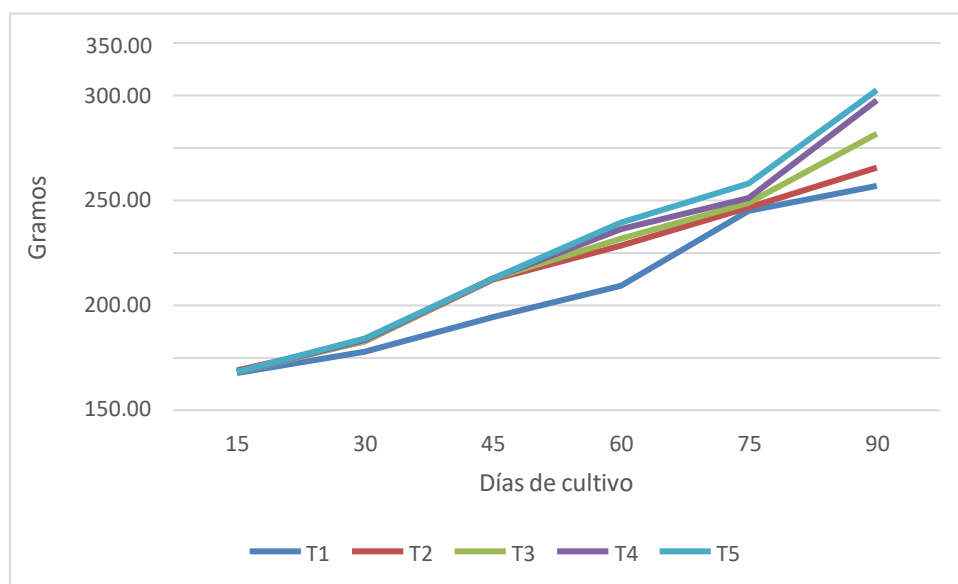


En el gráfico 4.5, se presenta el peso fresco de las plantas a los 90 díasde cultivo. Aquí podemos observar que el T5 y T4 son los que tienen el mayor peso fresco de todos los tratamientos, pero con valores muy cercanos,seguido por el resto de los tratamientos y que el tratamiento Testigo es el que presenta en menor peso fresco de todos los tratamientos.

En el gráfico 4.6 se presenta la evolución de los pesos para todos los tratamientos hasta los 90 días de cultivo. En este gráfico se puede observar que el tratamiento T5 con mayor dosis de bokashi es el que presenta el mayor peso fresco

desde el inicio de la investigación, teniendo mayor incremento de peso a partir de los 75 días de cultivo. Este incremento también se presentapara el resto de los tratamientos, pero siempre el incremento está en relación directa a la cantidad de bokashi suministrado para cada tratamiento.

Gráfico 4.6. Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 90 días de cultivo



Peso seco de la planta.

El análisis del peso seco de las plantas corresponde a la variable biomasa de las plantas; en la Tabla 4.7 se muestra el análisis de varianza para el promedio de los tratamientos para los 90 días de cultivo; y, la evolución del peso seco desde los 10 a los 90 días de cultivo, se muestra en el gráfico 4.7; De la misma manera se presenta en la tabla 4.8. la prueba estadística de Duncan Los datos para todos estos análisis se reportan en la sección de anexos.

Tabla 4.7. ANVA para el peso seco de las plantas del frijol castilla evaluados a los 90 días

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05 %	Ft 0.01 %	Sgn
Tratamientos	4	989.56	247.39	60.300	3.056	4.893	* *
Error	15	61.54	4.10				
Total	19	1051.102					
		CV 5.37		DS 7.44		\bar{x} 37.72	

En el ANVA podemos observar que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; con una media de 37.72 g paracada planta.; con un coeficiente de variabilidad (CV) de 5.37%; datos que se encuentran dentro del rango de dispersión aceptable para trabajo desarrollados a nivel de campo experimental, este coeficiente indica que existe poca dispersión de los datos en relación al promedio de cada tratamiento; lo que nos indica que la acción de las dosis de bokashi logra diferente peso promedio para cada tratamiento.

Tabla 4.8. Prueba Estadística de Duncan para el peso seco de las plantas a los 90 días de cultivo

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	B	c	d
T5: 30000 kg bokashi	4	45.76			
T4: 20000 kg bokashi	4	44.30			
T3: 10000 kg bokashi	4		38.91		
T2: 5000 kg bokashi	4			32.37	
T1: 0 kg bokashi	4				27.26
Sig.		.324	1.000	1.000	1.000

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

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

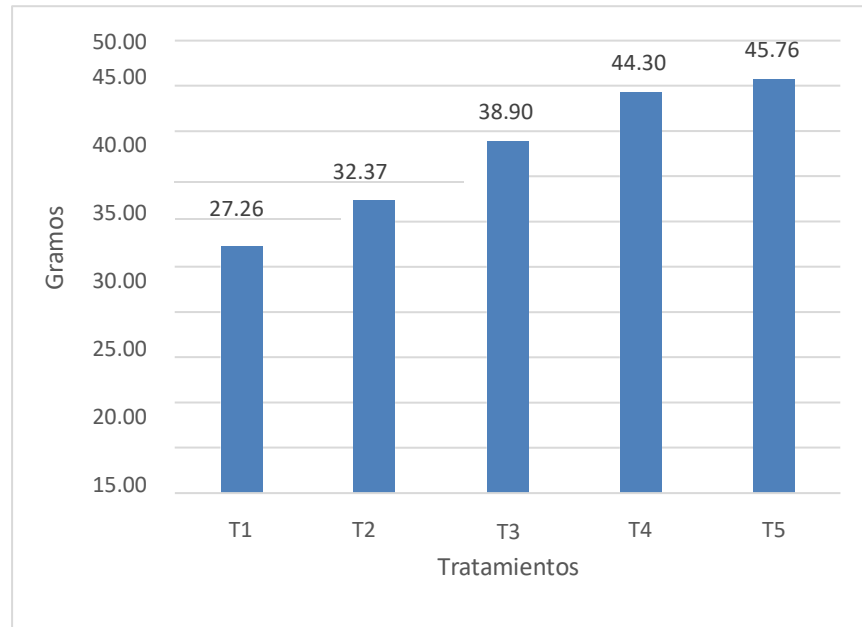
La Prueba estadística de Duncan para comparar los promedios de los tratamientos del indicador peso seco de las plantas, se muestran en la tabla 4.8; aquí observamos que se forman 4 sub grupos, estando agrupados por el mayor peso de las plantas según los tratamientos en orden decreciente. Estando en el primer sub grupo (a) los tratamientos T5 y T4 con el mayor peso seco con 45.76 y 44.30 g respectivamente para cada tratamiento y son los tratamientos que se aplicó mayor dosis de bokashi con 30000 y 20000 kg/Ha, le sigue en sub grupo (b) el tratamiento T3 con 38.91 g, seguido por el sub grupo (c) el tratamiento T2 con 32.37 g y por último en el sub grupo (d) el Tratamiento Testigo T1 con 27.26 g; por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos abonados con bokashi tuvieron el mayor peso seco encada tratamiento, en comparación al testigo (sin aplicar bokashi). Lo que nos indica que el bokashi favorece el incremento del peso seco las plantas de frijol castilla.

Asimismo, se puede observar que para el sub grupo (a) la significancia entre esos tratamientos tiene el valor de 0.324, valor muy distante a la unidad (1.000), lo que no indica que se tendría una probabilidad de 32% de obtener el mismo resultado usando la dosis de bokashi de 30000 o 20000 kg/Ha. Lo que no sucede para los otros tratamientos se encuentran formando sub grupos individuales, pero siempre el Testigo se encuentran en el último sub grupo lo que nos indica que el bokashi influye en el incremento del peso seco en cada tratamiento.

En el gráfico 4.7 se presenta el cuadro comparativo de los pesos secos para todos los tratamientos para los 90 días de cultivo. En este gráfico se puede observar que los tratamientos T5 y T4 son los que presentan el mayor peso seco seguido en orden decreciente el resto de los tratamientos. Lo que nos indica que

el incremento del peso se encuentra en relación directa a la cantidad de bokashi suministrado para cada tratamiento.

Gráfico 4.7. Peso seco de las plantas a los 90 días de cultivo



Rendimiento de la planta de frijol castilla

El análisis del rendimiento de las plantas corresponde a la variable dependiente producción de frijol seco (kg/Ha); en la Tabla 4.9 se muestra el análisis de varianza para el promedio del rendimiento de las plantas (Kg/Ha) de los tratamientos al término de la cosecha; de la misma manera se presenta en la tabla 4.10. la prueba estadística de Duncan. En el gráfico 4.8 se esquematiza un comparativo de la producción por tratamiento; todos los datos se presentan en la sección de anexos.

Tabla 4.9. ANVA para el rendimiento de frijol castilla evaluados luego de la cosecha

Fuente de variación	GL	S	C	F	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
		C	M	c			
Tratamientos	4	2224660.56	556165.14	14.576	3.056	4.893	* *
Error	15	572341.09	38156.07				
Total	19	2797001.64					
		C 19.00 V		DS 383.68		\bar{X} 1028.05	

El Análisis e varianza (Tabla 4.9) para el rendimiento de las plantas, muestra que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, mostrando una media de 1028.05 kg/Ha; con un coeficiente de variabilidad (CV) de 19.00%; datos ligeramente alto, pero se encuentran dentro del rango de dispersión aceptable paratrabajo desarrollados a nivel de campo experimental (menor al 30%). Esta diferencia estadística altamente significativa, nos indica que el rendimiento de frijoles/Ha es diferente para cada tratamiento.

Tabla 4.10. Prueba de Duncan al 5% para el rendimiento del frijol en kg/Ha

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5: 30000 kg bokashi	4	1441.06		
T4: 20000 kg bokashi	4	1337.50		
T3: 10000 kg bokashi	4		1042.01	
T2: 5000 kg bokashi	4		755.95	755.95
T1: 0 kg bokashi	4			563.73
Sig.		.465	.056	.184

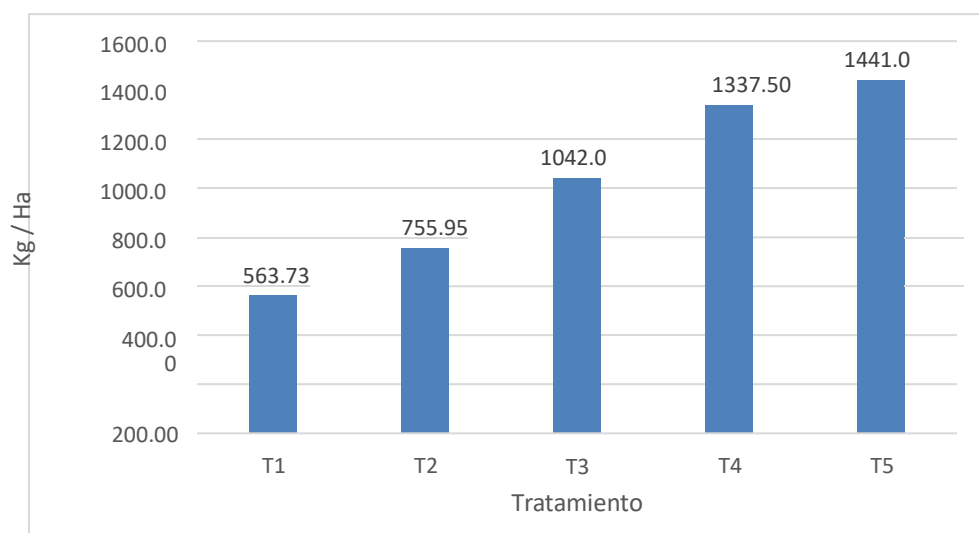
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

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

El análisis de comparación de los promedios de Duncan al 5% se muestran en la tabla 4.10, , muestra que se forman 3 sub grupos, estando ordenados en orden decreciente. Le corresponde al primer sub grupo (a) el T5 y T4, con el mayor rendimiento por tratamiento con 1441.06 y 1337.50 kg/Ha respectivamente; y, corresponde a los tratamientos con la mayor dosis de bokashi con 30000 y 20000 kg/Ha, le sigue en el sub grupo (b) el T3 y T2 con 1042.01 y 755.95 kg/Ha respectivamente; y en el sub grupo (c) se encuentran los tratamientos T2 y T1 con 755.95 y 563.73 kg/Ha respectivamente. Observamos el tratamiento T2 se encuentra en los sub grupos (b) y (c) lo que está en relación directa con la significancia de Duncan para cada sub grupo: 0.465, 0.056 y 0.184. Datos muy lejanos a la unidad (1.000) lo que nos indica que muy a pesar que se encuentran en un mismo sub grupo los tratamientos, no tienen la misma respuesta al bokashi, siendo el sub grupo (b) quien muestra la menor significancia.

En el gráfico 4.8. se observa los tratamientos T5 y el T4 son los que presentan el mayor rendimiento en comparación a los otros tratamientos y el tratamiento Testigo es el que presenta el menor rendimiento entre todos los tratamientos. Lo que nos indica que el bokashi influye en el rendimiento del frijol castilla.

Gráfico 4.8. Rendimiento del frijol castilla en kg/Ha



En el gráfico 4.8, se observa el rendimiento de frijol en kg/Ha para cada tratamiento; aquí observamos que el rendimiento para cada tratamiento, está en relación directa con la concentración de bokashi, siendo los tratamientos T5 y T4 los que presentan el mayor rendimiento, seguido por el resto de los tratamientos en orden decreciente.

4.3. Prueba de Hipótesis

La prueba de hipótesis de la presente tesis, la desarrollamos a partir de la hipótesis planteada.

Es así que tenemos:

Ha : El bokashi influye en el cultivo del frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín

Ho : El bokashi no influye en el cultivo del frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín

Regla de decisión

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

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

acepta la H_a

4.3.1. Prueba de hipótesis para la altura de planta

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
90 días	1.75	77.460	3.056	4.893	Se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a

4.3.2. Prueba de hipótesis para diámetro de tallo

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 90 días	2.43	47.594	3.056	4.893	Se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a

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
A los 90 días	4.28	49.609	3.056	4.893	Se rechaza la Ho, y se acepta la Ha

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
A los 90 días	5.37	60.300	3.056	4.893	Se rechaza la Ho, y se acepta la Ha

4.3.5. Prueba de el rendimiento de la planta

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 90 días	19.00	14.576	3.056	4.893	Se rechaza la Ho, y se acepta la Ha

4.4. Discusión de resultados

No se encontró mucha información de trabajos realizados sobre el frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp), en la zona de Selva Central para comparar nuestros resultados. Por lo que, se procedió a realizar la comparación con otras investigaciones de este cultivo en nuestro país y en el extranjero usando otros insumos como fertilizantes para estimular del crecimiento y de la producción de este cultivo.

Al analizar la variable crecimiento de la planta, con sus indicadores altura y diámetro del tallo, observamos en el ANVA que el coeficiente de variación reporta un valor relativamente muy bajo con 1.75 y 2.43% respectivamente; lo que nos indica que hay confiabilidad en nuestros datos por encontrarse en rangos aceptables entre los 10 a 12% por tratarse de una investigación a nivel de

fertilización, De acuerdo a Gordon y Camargo (2015), manifiestan que el coeficiente de variación es utilizado como una medida para estimar la validez de los ensayos en base a las repeticiones de los tratamientos indicando que a mayor valor de repetitividad menor es el valor del coeficiente de variación; y es usado para aceptar o rechazar la validez del experimento. De igual manera de acuerdo a Patel et al. (2001) manifiestan que el CV varía considerablemente de acuerdo al tipo de experimento, indicando que los rangos aceptables deben estar entre 6 a 8% para evaluación de cultivares, 10 a 12% para fertilización y 13 a 15% para ensayos de evaluaciones de plaguicidas.

Asimismo, se reporta una desviación estándar de 3.44 y 0.63 que son valores relativamente bajos, lo que nos indica que existe muy poca variación de valores entre los tratamientos y es un valor muy bueno Calzada (1982).

Este mismo análisis se podría sustentar para el análisis de la variable biomasa de la planta con sus indicadores peso fresco y peso seco de las plantas ya que se obtuvo el porcentaje de 4.28 y 5.37 para el coeficiente de variación del peso fresco y seco de las plantas. Pero la desviación estándar para el peso fresco fue relativamente elevada con 37.58% en relación al del peso seco que tuvo 7.44%, el que puede estar influenciado por la cantidad de agua que tienen las plantas bajo condiciones de Chanchamayo que tiene un clima muy húmedo con altos niveles de precipitación, dicha afirmación se sustenta por lo reportado por SENAMHI (2015), quien manifiesta que la microcuenca de Aynamayo y La Merced – Chanchamayo, presentan lluvias intensas cuyo promedio normal oscila entre el 15% y 60%. Siendo este uno de los casos que pudo influir en los resultados del peso fresco para nuestra investigación.

Al comparar nuestros resultados con lo reportado por Tellez y Jarquin

(1999) en su investigación con frijol castilla, quienes evaluaron 3 densidades de siembra: T1: 166,666; T2: 111,111 y T3: 55,555 plantas/Ha. para evaluar el crecimiento y su rendimiento del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp), manifestaron que el tratamiento T1 tuvo la mayor altura de planta con

57.50 cm, seguido por T2 con 57.25 y T3 con 55.25 cm; valores ligeramente superiores a lo reportado en nuestra investigación que obtuvimos como mayor altura de planta 52.60 cm y la menor con 43.25 cm. habiendo trabajado nosotros con una densidad de siembra de 90,000 plantas/Ha, que sería un equivalente al 2do tratamiento de los investigadores anteriormente citados. De igual manera nuestros datos también son superiores a lo reportado por Díaz (2004), quien investigo el comportamiento agronómico de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con abono orgánico logrando 47,83 cm de altura de planta utilizando fertilizante químico N-P-K en la formulación de: 10-30-10.

Rodríguez et al, (2005), en su investigación para evaluar el uso del abono orgánico fermentado tipo “Bocashi”, como alternativa en la nutrición del cultivo de del frijol Castilla (*Vigna unguiculata*. L. Walp) en huertos populares, en cuba, en sus resultados para la altura de las plantas, manifiesta, que no fue significativa la interacción tratamiento-momentos, indicando que tanto a los 15 como a los 30 días de cultivo, las plantas respondieron de igual forma. La aplicación de Bocashi y del compost tuvieron un efecto similar sobre la altura de las plantas, reportando a los 30 días de cultivo 21.04 y 19.9cm. para el tratamiento con bokashi y compost respectivamente y el testigo reporto 17.56 cm. lo que nos indica que el frijol responde favorablemente a los abonos orgánicos ya que, al contener mayor contenido de nitrógeno, favorece al crecimiento de las plantas; datos parecidos a lo reportado en nuestra investigación para los 30 días de cultivo, ya que

obtuvimos para el T5 21.03 cm y para el testigo 16.75 cm. lo que corrobora que el bokashi, siendo considerado como un abono orgánico influye en el incremento de la altura de la plantas.

El mismo autor reporta para rendimiento de las plantas la máxima producción de 6404 kg/Ha, dato parecido a nuestra investigación, ya que obtuvimos 5764.24 kg/Ha, lo que también corroboraría lo manifestado anteriormente sobre la acción favorable del bokashi sobre el crecimiento y producción de las plantas. Siendo estos rendimientos superiores a lo reportado por Carrasco (2014), quien investigó sobre el efecto de la fertilización foliar en el rendimiento del frijol canario (*Phaseolus Vulgaris* L.), en Huamanga, Ayacucho, evaluando Efecto de 3 fertilizantes foliares para determinar su influencia en el rendimiento de 2 variedades de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.), bajo condiciones agroecológicas del distrito de Ocros, Provincia Huamanga-Ayacucho; manifiesta que el peso estimado de frijol en Tm/Ha, alcanzó el mayor peso la variedad Canario 2000 (V2), con un promedio de 2.22 Tm/Ha, cantidad inferior a lo reportado en nuestra investigación.

Al comparar nuestros resultados sobre el rendimiento de la planta con los de Torres (2019), en su investigación sobre el rendimiento del cultivo de castilla (*Vigna Unguiculata* Walp.), utilizando dos productos comerciales como aportadores de macro y micronutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos, manifiesta que la mejor respuesta agronómica para el rendimiento fue del 3628,50 Kg.ha⁻¹. Lo que puede ser ocasionada por la acción conjunta de los dos productos evaluados, que determinan la mayor cantidad de granos por vaina, a diferencia de la cantidad de granos por vaina obtenidos al aplicar los productos por separado, que puede ser motivado por los dos productos que proporcionaron condiciones

favorables para una mayor actividad biológica del suelo, este sustento también fue corroborado por Montilla (2015), que de igual manera sustenta la acción del bokashi sobre el suelo y las plantas, por ser un abono orgánico fermentado con la presencia de ácido húmico, aminoácidos, ácido fúlvico y otros microcomponentes que enriquecen la calidad del suelo. Por lo que podemos afirmar lo sustentado por Astier et al, (2002) que el abono bokashi, brinda efectos significativos para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, ayudando a mejorar su estructura, la capacidad de retención del agua y por lo tanto, mantiene los nutrientes para ser absorbidos por las plantas, promoviendo la actividad microbiológica que contribuye a tener un suelo más saludable y fértil que favorece el crecimiento y desarrollo de los cultivos, ya que ayuda a reducir la dependencia de los fertilizantes químicos y pesticidas, lo que puede tener un impacto positivo en el medio ambiente y disminuir la contaminación del suelo y de los recursos naturales en general.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos al evaluar efecto bokashi en el cultivo del frijolcastilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), en el distrito de Chanchamayo – Junín se concluye:

- Para el crecimiento aéreo de la planta, evaluando la altura de la planta y el diámetro del tallo, se logró con el T5 aplicando 30000 kg/Ha de bokashi obteniendo 52.6 cm y 8.48 mm respectivamente; y de acuerdo al ANVA, se encontró que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; por lo que concluimos que se acepta la hipótesis alterna que los niveles del bokashi influyen en el crecimiento aéreo del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).
- Para la biomasa de la planta, evaluando el peso fresco y seco de la planta, se logró igualmente con el T5, logrando 305.05 g y 45.76 g respectivamente; y de acuerdo al ANVA, se encontró que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; por lo que concluimos que se acepta la hipótesis alterna que los niveles del bokashi influyen en el incremento de la biomasa del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).
- Para la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), considerando como indicador el rendimiento de la planta en kg/Ha. Se logró igualmente para el T5 con 30000 kg/Ha de bokashi obteniendo el mayor valor con 1441.06 kg/Ha; y, al realizar el ANVA se determinó que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; por lo que concluimos que se acepta la hipótesis alterna que niveles del bokashi influyen en el incremento de la producción del frijol Castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

RECOMENDACIONES

Se recomienda orientar a los agricultores para que usen el abono bokashi como alternativa de fertilización orgánica para sus cultivos.

Se recomienda usar 20,000 a 30,000 kg/Ha como dosis de fertilización para los cultivos.

Se recomienda realizar otras investigaciones con el fraccionamiento de la dosis de abono bokashi en los cultivos.

Se recomienda realizar otras investigaciones para evaluar la influencia del bokashi en otros cultivos.

BIBLIOGRAFIA

- ARAA/CHOBA. (2006). *Plan Estratégico de Intervención en la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul*, San Martín.Tarapoto.
- Arriaga, D. A. (2015). Evaluación de fertilización convencional y orgánica de un cultivo de tomate bola (*Solanum lycopersicum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis para obtener el grado de ingeniero agrónomo. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro. México
- Armendiz, Robles, Cabrales. 2003. Caracterización del frijol Caupí (*Vigna unguiculata* (L). Por su contenido de proteína. *Fitotecnia Colombiana* 3(2)17-23.
- Asociación de Productores Agropecuarios del distrito de Morropón. ASPROMOR2012. Manual del cultivo de frijol caupí. Proyecto Norte Emprendedor Swisscontact Fundación Suiza para la Cooperación del Desarrollo Técnico.Piura. 28p.
- Astier C. M. (1994). Hacia una agricultura ecológica en México: El problema de la transición para el productor campesino. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable, Documento de Trabajo Num. 11. Pátzcuaro, Michoacán, UAM. México. p 24
- Astier. M. Calderón, M., Mass, 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-October, p. 13.
- Barchuk Alicia H. Guzmán María Laura, Locati Luciano Suez Luciana Sol. (2020). Manual de buenas prácticas para diseños agroecológicos. Editorial Brujas. Córdoba – Argentina
- Calzada, J. (1982); *Métodos estadísticos para la investigación*. 5ta ed. Editorial“Milagros”. Lima Perú.
- Carrasco Laurente, R. (2014). Efecto de fertilización foliar en el rendimiento de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones agroecológicas de la localidad del valle pampas del distrito de Ocros, provincia Huamanga – Ayacucho. Tesis para optar el título profesional de ing. Agrónomo.
- Cardona, F; Morales, F.J.; Pastor Corrales, N.A. (2002). Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. Lima – Perú. INIA. P. 17 – 21
- Cardeiro, A., Da Costa, D., Lopes, D., da Silva, P. B., Cavalcante, R., & Siviero, A. (2019). A strategic legume species for food security and health. pp. 79- 86.
- Carvalho, M., Castro, I., Matos, M., Lino-Neto, T., Silva, V., Rosa, E., & Carnide, V.

- (2016). Caracterización agro-morfológica de accesos de feijão frade (*Vigna unguiculata*): Bases para o melhoramento. *Revista de Ciências Agrárias*, 39(4), 506-517. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16091>
- Cruzado, K y Gamarra, A. (2017). “Efecto de niveles de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp.) en Chanahamayo. Tesis para optar el título de ing. Agrónomo en la UNDAC – Pasco.
- Cruz Nieto, Dante Daniel; Arias Rosales, Luis Alfredo; Espinoza Montesinos, Francisco; Ramírez Maldonado, José; Maguiña Aguirre, Del Carmen; Juan Jorge, Espinoza Montesino, Edgar Amador. (2018). Fertilización Foliar de Fósforo con sus diferentes dosis; para el rendimiento del cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata* L.) en la provincia de Barranca. *Revista: Aporte Santiaguino* 11(2), julio-diciembre 2018: 335-346ISSN- L 2616-9541.
- Da Conceição-dos Santos, Luis; Ruiz-Sánchez Esaú; Jiménez-Osornio, Juan (2022). Caracterización agro-morfológica de 20 cultivares de frijol caupí (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) en Yucatán, México.
- Diaz Carrera, J. (2017). Principales enfermedades del frijol en el Perú. Curso Internacional de Frijol. Editado por Porfirio Masaya. Lima – Perú p. 35.
- Diaz Carrera, J. (2004). Principales enfermedades del frijol en el Perú. Curso Internacional de Frijol. Editado por Porfirio Masaya. Lima – Perú p. 35
- 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, 177 - 180 p.
- 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*. 48: 185-204.
- Ganoza Ubillus, R. (2014). Jefe de Proyecto Norte Emprendedor. Manual de cultivo de frijol caupi. Piura – Perú. p. 55.
- Gallopín, G. (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, p. 60.
- Gliessman, S. (2002) Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Impresión LITOCAT, Turrialba – Costa Rica.

- Gonzalez Ch.; Ferrada-Cerrat, R. y Martinez. A. (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*, pp. 133-153.
- Gordón, R.y Camargo, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Panamá.
- Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. Editorial Agroamérica. San José de Costa Rica.
- Huamán P. Esther (2019). Influencia de dos fuentes de materia orgánica enriquecida con microorganismos eficientes (EM) en la producción del cultivo de frijol caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) en un septisol inceptisol de Pucallpa. Tesis para optar el título de ing. Agrónomo en la universidad Nacional de Ucayali. Perú. (P. 44)
- INIA. (2008). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. Lima – Perú. P. 22
- Krans, J. (2,002). *Plagas de los cultivos agrícolas*. P. 46 - 50 Lima – Perú.
- Laulate, S. Juan. (2000). Densidad de siembra en el cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata*, L) INIA – Ucayali – 1 en un ultisol de Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali. Tesis para optar el título de ing. Agrónomo.
- Masaki, Shintani, Humberto Leblanc y Panfilo Tabora. (2000). *El libro del bokashi*. Guacimo, Limón, Costa Rica. Primera Edición. 10 – 25.
- Meléndez, 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. pp. 55 – 69
- Montilla, J. (2015). Determinación de niveles de fertilización fosfórica en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en el sector de Fananga-Cuñumbuque. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto. 69p.
- Moran V. Absalón. (2010). *Abono orgánico Bokashi en el crecimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*. L. Tesis para optar título de ingeniero agropecuario. Universidad Estatal del Sur de Manabí-Ecuador*
- Patel, J.K., N.M. Patel, y R.L. Shiyani. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. *Curr. Sci.* 81(9):1163-1164.

- Piedrahita, C. y Caviedes, A. (2012). Elaboración de un abono tipo bocashi a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria láctea (lacto suero). Universidad de San Buenaventura Cali Facultad de Ingeniería, Ingeniería agroindustrial. Cali, Colombia.
- 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, p. 16.
- Ríos D., O. (1998). Informe Técnico Ministerio de Agricultura. Dirección Regional Agraria, Pucallpa- Perú. 45 pág.
- Rodríguez Monzón, Miguel; Soto Ortiz, Rafaela, Parets Selva, Enrique y Alemán Pérez, Reinaldo (2005). Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp sub-sp *sesquipedalis* L.), variedad Cantón 1 en huertos populares. Revista Centro Agrícola, año 32, no. 1, ene.-mar, 2005. Cuba
- Serrano, E. y Vargas, H. (2005). Evaluación de la fertilidad de los suelos del departamento de Cundinamarca utilizando métodos geoestadísticos. Análisis Geográfico
- Tamayo, L. y Tamayo, M, (1998). El proceso de la investigación científica, Limusa S.A., México.
- Tellez Flores, Jose y Jarquín Cruz, Francisco. (1999). Efecto de 3 densidades de siembra de frijol caupi sobre la producción grano , en la zona seca de mangua. Nicaragua
- Valderrama, S. (2017). Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. San Marcos.

Fuentes Electrónicas

Arriagada, J (2015). Fertilización ecológica – Abono compost. ONU disponible en:
<http://www.centrocerec.cl/download/fertilizacion-ecologica-abono-compost/>

McLeod B. Claudia, Águila M. Karina, Zegers M. Gabriel, Cárcamo G. Javiera. (2021) Bokashi, importante pilar de la agricultura agroecológica. PROYECTO FIC “INIA sobre ruedas, unidad móvil de transferencia y extensión” (Cód. BIP 40018515-0). extraído de:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67271/Informativo%20INIA%20N%C2%B0%20109?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20bokashi%20es%20un%20abono,y%20la%20vida%20del%20suelo.>

SENAMHI. (2015). Clima/condiciones climáticas actuales. Extraído de internet de:
<https://www.senamhi.gob.pe/?&p=condiciones-climaticas#>

ANEXOS

Anexo 01: Evolución del crecimiento de las plantas (cm) frijol castilla por tratamiento hasta los 90 días de cultivo

	15	30	45	60	75	90
T1	11.00	16.75	20.75	26.03	35.08	43.25
T2	12.75	18.50	22.88	27.38	36.85	45.00
T3	13.25	20.00	24.25	29.00	38.00	47.13
T4	13.25	20.00	26.00	30.05	43.13	49.30
T5	14.25	21.03	29.13	32.78	44.48	52.60

Anexo 02 Altura de la planta a los 90 días por tratamiento y repetición

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	43	44.5	46.00	48.00	52.40
R2	43	44.5	47.50	49.00	53.20
R3	44	45	48.00	49.00	52.40
R4	43	46	47.00	51.20	52.40
Pro	43.25	45.00	47.13	49.30	52.60
m					

Anexo 03: Evolución del diámetro del tallo (mm) del frijol castilla hasta los 90 días de cultivo

Trat	15	30	45	60	75	90
T1	2.25	3.43	4.23	5.05	5.95	6.90
T2	2.55	3.43	4.48	5.58	6.40	7.60
T3	2.83	3.93	4.98	5.80	7.00	7.73
T4	2.98	4.63	6.05	6.98	8.10	8.45
T5	3.03	4.65	5.78	7.08	8.10	8.48

Anexo 04: Diámetro del tallo para los 90 días por tratamiento y repetición

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	6.9	7.3	7.8	8.5	8.7
R2	7.1	7.6	7.5	8.4	8.3
R3	6.5	7.7	7.8	8.4	8.4
R4	7.1	7.8	7.8	8.5	8.5
PRO M	6.90	7.60	7.73	8.45	8.48

Anexo 05: Evolución del peso fresco de las plantas (g) de frijol castilla hasta los 90 días de cultivo

	15	30	45	60	75	90
T1	35.50	55.68	88.73	118.6	189.8	213.8
				0	0	0
T2	38.13	65.83	124.6	157.1	193.4	231.2
			3	0	3	3
T3	36.30	65.73	125.5	163.4	197.4	263.4
			5	0	5	5
T4	36.50	66.93	125.4	172.5	202.1	295.3
			5	0	8	5
T5	36.73	68.68	125.6	178.8	216.1	305.0
			8	3	3	5

Anexo 06: Peso fresco de la planta a los 90 días de cultivo por tratamiento y repetición

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	214.2	212.1	245.7	278.4	305.3
R2	214.3	234.1	255.7	294.4	305.3
R3	214.4	234.5	266.7	304.2	305.3
R4	212.3	244.2	285.7	304.4	304.3
PROM	213.80	231.23	263.45	295.35	305.05

Anexo 07. Peso seco de las plantas (cm) de frijol castilla a los 90 días decultivo

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	27.85	29.69	34.40	41.76	45.80
R2	27.86	32.77	38.36	44.16	45.80
R3	25.73	32.83	40.01	45.63	45.80
R4	27.60	34.19	42.86	45.66	45.65
PROM	27.26	32.37	38.90	44.30	45.76

Anexo 08: Rendimiento del frijol castilla en kg/Ha

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	567.84	787.32	782.13	1251.41	954.00
R2	628.68	761.08	1053.70	1382.40	1568.35
R3	450.00	628.68	1165.63	1247.40	1816.29
R4	608.40	846.72	1166.59	1468.80	1425.60
Prom	563.73	755.95	1042.01	1337.50	1441.06



Foto 01: Preparando el terreno y colocando las semillas



Foto 02: Cultivo de las plantas

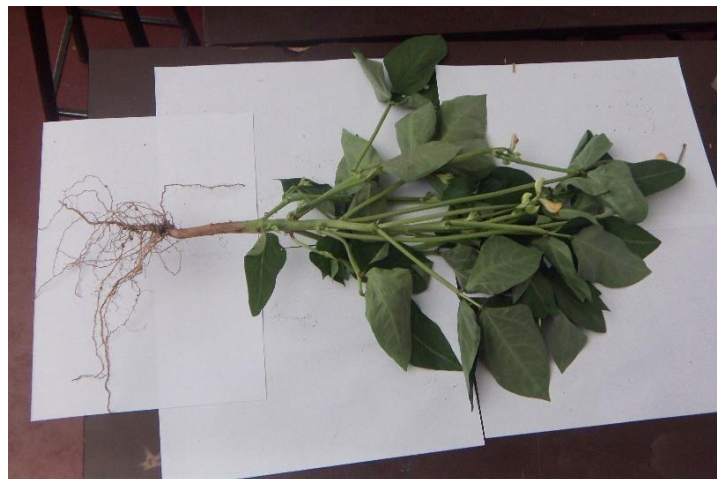


Foto 03: Muestreo de las plantas para evaluar longitud y peso fresco



Foto:04: Evaluando la altura de las plantas



Foto:05: Evaluando el diámetro de tallo



Foto 06: Evaluando el número de vainas por planta



Foto 07: Evaluando el peso fresco de las plantas



Foto 08: Evaluando el peso seco de las plantas