

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTO DEL ESTIÉRCOL DE CUY EN LA PRODUCCIÓN DE
FRIJOL CANARIO (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO CONDICIONES
DE AGRICULTURA FAMILIAR**

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

OSMAR DENIS ORTIZ RUIZ

ASESOR:

Dr. DIONICIO BELISARIO LUIS OLIVAS

HUACHO – PERÚ

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DEL ESTIÉRCOL DE CUY EN LA PRODUCCIÓN DE
FRIJOL CANARIO (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO CONDICIONES
DE AGRICULTURA FAMILIAR**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado

**Mg. Teodosio Celso Quispe Ojeda
Presidente**

**Dr. Marco Tulio Sánchez Calle
Secretario**

**Mg. Cristina Andrade Alvarado
Vocal**

**Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas
Asesor**



**HUACHO – PERÚ
2022**

DEDICATORIA

A Dios con mucho amor y gratitud, por haberme dado la vida.

*A mis queridos padres Hilda y Leonardo, ejemplo de honestidad,
esfuerzo, perseverancia y deseos de superación a los que
debo que soy, por sus consejos y sacrificios abrigados.*

A mi hija Emily Valeria, quien es mi motivación para nunca rendirme y ser un ejemplo para ella.

A mi compañera de vida Elizabeth, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por ser mi alma mater.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, que impartieron sus conocimientos y contribuyeron en mi desarrollo profesional.
- A mi asesor de tesis, Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas, por su invaluable apoyo en la ejecución y culminación de esta investigación.
- Al jurado evaluador, por sus sugerencias y recomendaciones en la mejora de la investigación.
- A mis amigos, con quienes compartimos momentos de alegrías y tristezas, de triunfos y derrotas.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática..... | 2 |
| 1.2 Formulación del Problema | 2 |
| 1.2.1 Problema General..... | 2 |
| 1.2.2 Problemas Específicos | 2 |
| 1.3 Objetivos de la Investigación | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 3 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 3 |
| 1.5 Delimitación del estudio | 3 |
| CAPITULO II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 4 |
| 2.2 Bases Teóricas..... | 5 |
| 2.2.1 Origen del frijol | 5 |
| 2.2.2 Taxonomía..... | 5 |
| 2.2.3 Cultivo de frijol canario 2000 INIA..... | 6 |
| 2.2.4 Morfología de frijol | 6 |
| 2.2.5 Etapas de desarrollo del frijol..... | 7 |
| 2.2.6 Características del frijol canario 2000 INIA..... | 8 |
| 2.2.7 Abonos orgánicos..... | 8 |
| 2.2.8 Estiércol de cuy | 8 |
| 2.2.9 Ventajas de la aplicación del estiércol de cuy | 9 |
| 2.2.10 Los fertilizantes y el aprovechamiento del estiércol de cuy | 10 |
| 2.3 Definiciones de términos básicos | 10 |
| 2.4 Formulación de Hipótesis | 11 |
| 2.4.1 Hipótesis General..... | 11 |
| 2.4.2 Hipótesis Específicos..... | 11 |
| CAPITULO III. METODOLOGÍA | 12 |
| 3.1 Diseño metodológico..... | 12 |
| 3.1.1 Ubicación..... | 12 |
| 3.1.2 Materiales e insumos | 12 |
| 3.1.3 Diseño experimental | 13 |
| 3.1.4 Tratamientos..... | 13 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 3.1.5 | Características del área experimental | 14 |
| 3.1.6 | Croquis del experimento | 15 |
| 3.1.7 | VARIABLES EVALUADAS | 16 |
| 3.1.8 | Conducción del experimento | 17 |
| 3.2 | Población y muestra | 18 |
| 3.2.1 | Población | 18 |
| 3.2.2 | Muestra | 18 |
| 3.3 | Técnica de recolección de datos | 19 |
| 3.4 | Técnica para el procesamiento de la información | 19 |
| CAPITULO IV. RESULTADOS..... | | 20 |
| 4.1 | Altura de planta (cm) | 20 |
| 4.2 | Peso fresco de planta (follaje + vainas con granos) (g m^{-2}) | 21 |
| 4.3 | Peso fresco de vainas con granos (g m^{-2}) | 22 |
| 4.4 | Peso fresco de follaje (g m^{-2}) | 24 |
| 4.5 | Peso seco de planta (follaje + vainas con granos) (g m^{-2}) | 25 |
| 4.6 | Peso seco de follaje (g m^{-2})..... | 26 |
| 4.7 | Peso seco de las vainas sin granos (cáscara) (g m^{-2}) | 28 |
| 4.8 | Peso seco de granos (g m^{-2})..... | 29 |
| 4.9 | Número de vainas por m^2 | 30 |
| 4.10 | Número de granos por vaina | 32 |
| 4.11 | Peso de 100 granos (g) | 33 |
| 4.12 | Longitud de vaina (cm) | 34 |
| 4.13 | Rendimiento en verde (kg ha^{-1})..... | 36 |
| 4.14 | Rendimiento en seco (kg ha^{-1})..... | 37 |
| CAPITULO V. DISCUSIÓN | | 39 |
| CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 40 |
| 6.1 | Conclusiones | 40 |
| 6.2 | Recomendaciones | 40 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 41 |
| ANEXOS..... | | 44 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Composición química del estiércol de cuy</i> | 9 |
| Tabla 2 <i>Análisis de varianza para diámetro de tallo</i> | 13 |
| Tabla 3 <i>Tratamientos</i> | 13 |
| Tabla 4 <i>Análisis de varianza para altura de planta (cm)</i> | 20 |
| Tabla 5 <i>Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) en la interacción entre las fuentes en estudio</i> | 21 |
| Tabla 6 <i>Análisis de varianza para peso fresco de planta (follaje + vainas con granos) ($g m^{-2}$)</i> | 22 |
| Tabla 7 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso de planta (g) en la interacción entre las fuentes en estudio</i> | 22 |
| Tabla 8 <i>Análisis de varianza para peso fresco de vainas con granos ($g m^{-2}$)</i> | 23 |
| Tabla 9 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de vainas con granos ($g m^{-2}$)</i> | 23 |
| Tabla 10 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de vainas con granos ($g m^{-2}$)</i> | 23 |
| Tabla 11 <i>Análisis de varianza para peso fresco de follaje ($g m^{-2}$)</i> | 24 |
| Tabla 12 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de follaje ($g m^{-2}$) en la interacción entre las fuentes en estudio</i> | 25 |
| Tabla 13 <i>Análisis de varianza para peso seco de planta ($g m^{-2}$)</i> | 25 |
| Tabla 14 <i>Prueba de Tukey para peso seco de planta ($g m^{-2}$)</i> | 26 |
| Tabla 15 <i>Prueba de Tukey para peso seco de planta ($g m^{-2}$)</i> | 26 |
| Tabla 16 <i>Análisis de varianza para peso seco de follaje ($g m^{-2}$)</i> | 27 |
| Tabla 17 <i>Prueba de Tukey para peso seco de follaje ($g m^{-2}$)</i> | 27 |
| Tabla 18 <i>Prueba de Tukey para peso seco de follaje ($g m^{-2}$)</i> | 27 |
| Tabla 19 <i>Análisis de varianza para peso seco de las vainas sin granos (cáscara) ($g m^{-2}$)</i> | 28 |
| Tabla 20 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso seco de las vainas sin granos (cáscara) ($g m^{-2}$) en la interacción entre las fuentes en estudio</i> | 29 |
| Tabla 21 <i>Análisis de varianza para peso de granos ($g m^{-2}$)</i> | 29 |
| Tabla 22 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso de granos ($g m^{-2}$)</i> | 30 |
| Tabla 23 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso de granos ($g m^{-2}$)</i> | 30 |
| Tabla 24 <i>Análisis de varianza para número de vainas</i> | 31 |
| Tabla 25 <i>Prueba de Tukey al 5% para número de vainas</i> | 31 |
| Tabla 26 <i>Prueba de Tukey al 5% para número de vainas</i> | 31 |
| Tabla 27 <i>Análisis de varianza para número de granos por vaina</i> | 32 |

| | |
|--|-----------|
| Tabla 28 Prueba de Tukey al 5% para número de granos por vaina en la interacción entre las fuentes en estudio | 33 |
| Tabla 29 Análisis de varianza para peso de 100 granos (g) | 33 |
| Tabla 30 Prueba de Tukey al 5% para peso de 100 granos | 34 |
| Tabla 31 Prueba de Tukey al 5% para peso de 100 granos | 34 |
| Tabla 32 Análisis de varianza para longitud de vaina (cm) | 35 |
| Tabla 33 Prueba de Tukey al 5% para longitud de vaina (cm)..... | 35 |
| Tabla 34 Prueba de Tukey al 5% para longitud de vaina (cm)..... | 35 |
| Tabla 35 Análisis de varianza para rendimiento en verde..... | 36 |
| Tabla 36 Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en verde (kg ha^{-1}) | 36 |
| Tabla 37 Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en verde (kg ha^{-1}) | 37 |
| Tabla 38 Análisis de varianza para rendimiento en seco | 37 |
| Tabla 39 Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en seco (kg ha^{-1}) | 38 |
| Tabla 40 Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en seco (kg ha^{-1}) | 38 |
| Tabla 41 Datos de campo | 45 |
| Tabla 42 Datos de campo | 46 |
| Tabla 43 Datos de campo | 47 |
| Tabla 44 Datos de campo | 48 |

Resumen

Objetivos: evaluar el efecto del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes en la producción de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar. **Metodología:** La investigación se llevó a cabo en el distrito de Huaura, Huaura, Lima, durante los meses de julio a diciembre del 2021. Se implementó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, siendo la parcela la ausencia o presencia de fertilizantes; y la subparcela los niveles de estiércol de cuy: 2, 4 y 6 t ha⁻¹. El total de tratamientos fue de seis con cuatro repeticiones. Se evaluaron altura de planta, peso seco y fresco de planta, peso de vainas, peso de granos, número de vainas, granos por vaina, longitud de vaina, rendimiento en verde y en seco. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%. **Resultados:** se encontró interacción entre la fuente fertilizante y los niveles de aplicación del estiércol de cuy para altura de planta, peso fresco de planta, peso fresco de follaje, peso seco de cascara de vaina y número de granos por vaina. En todas estas variables la aplicación de 6 t ha⁻¹ de estiércol complementado con la aplicación de fertilizantes favoreció a la obtención de un mayor valor. Para rendimiento en verde y en seco, la adición de fertilizantes favoreció a un mayor rendimiento; en tanto que entre los niveles de aplicación del estiércol de cuy no hubo diferencias significativas. **Conclusiones:** se concluye que las aplicaciones de los fertilizantes influyen favorablemente en las características evaluadas.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, peso de grano, rendimiento.

Abstract

Objectives: to evaluate the effect of guinea pig manure with and without a mixture of fertilizers on the production of Canary bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under family farming conditions. **Methodology:** The research was carried out in the district of Huaura, Huaura, Lima, during the months of July to December 2021. The experimental design of randomized complete blocks was implemented with an arrangement of divided plots, the plot being the absence or presence of fertilizers; and the subplot the guinea pig manure levels: 2, 4 and 6 t ha⁻¹. The total number of treatments was six with four repetitions. Plant height, dry and fresh plant weight, pod weight, grain weight, number of pods, grains per pod, pod length, green and dry yield were evaluated. For the comparison of means, the Tukey test at 5% was used. **Results:** an interaction was found between the fertilizer source and guinea pig manure application levels for plant height, plant fresh weight, foliage fresh weight, pod shell dry weight and number of grains per pod. In all these variables, the application of 6 t ha⁻¹ of manure supplemented with the application of fertilizers favored obtaining a higher value. For green and dry yield, the addition of fertilizers favored a higher yield; while there were no significant differences between guinea pig manure application levels. **Conclusions:** it is concluded that the applications of fertilizers favorably influence the evaluated characteristics.

Keys word: *Phaseolus vulgaris*, grain weight, yield

INTRODUCCIÓN

El uso de los fertilizantes químicos ha favorecido el incremento en los rendimientos de los diferentes cultivos; sin embargo, la excesiva aplicación está produciendo contaminación de aguas subterráneas, degradación del suelo y ecosistemas entre otros, que ponen en riesgo el medio ambiente y por ende el futuro de la humanidad, por lo que se requiere de otras alternativas de fertilización (González, 2019).

Los terrenos cultivados, en la medida en que están siendo explotados, van sufriendo pérdida de nutrientes, sobre todo de la materia orgánica del suelo, por lo que se hace indispensable la restitución frecuente bajo la forma de residuos de los cultivos, los abonos orgánicos como estiércoles u otro material orgánico (Barreros, 2017).

Las leguminosas son cultivos que mejoran la fertilización de los suelos, dado que tienen capacidad fisiológica de asociarse simbióticamente con bacterias especializadas en la fijación biológica de nitrógeno atmosférico siendo así asimilable para la planta (FAO, 2018). Una leguminosa de rápido crecimiento, considerada en diferentes países en desarrollo como una especie de alto contenido proteico es el frijol y que es consumida por poblaciones de bajos recursos económicos y conducida principalmente por agricultores familiares, quienes también se dedican a la crianza de animales menores tales como el cuy, cuyos desperdicios orgánicos se pueden utilizar en los campos de cultivo como abonos orgánicos (Izarra et al., 2017).

Los abonos orgánicos tienen propiedades de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra (Mosquera, 2010). El estiércol de cuy es utilizado por los agricultores como un abono orgánico directo, debido a que tiene un alto contenido de nutrientes, no contamina el suelo, se obtienen cosechas sanas, se logra buenos rendimientos, mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo, y además, no posee malos olores por lo que no atrae a las moscas (Pantoja 2014). Diferentes investigaciones muestran resultados positivos a su aplicación (Ferrer, 2020; San Román, 2019).

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La producción y el consumo de legumbres constituyen la base proteica y calórica fundamental de la alimentación humana, además son fuente principal de energía y aminoácidos esenciales, siendo las familias de bajos recursos económicos los principales consumidores para combatir la malnutrición (FAO, 2018).

Un problema principal que aqueja a los agricultores familiares de nuestro país es el alto costo de insumos agrícolas externos, que entre ellos tenemos los fertilizantes sintéticos y agroquímicos, que además causan serios problemas de contaminación en el medio ambiente y sobre todo la degradación de los suelos (Ferrer y Valverde, 2020). Es importante señalar que la mayoría de estos agricultores familiares, se dedican a la crianza de cuyes, que generan desperdicios orgánicos, que muchas veces son arrojados a los botaderos y no son aprovechados sus propiedades como fertilizante orgánico.

Otro problema no menos importante es la lucha frontal que mantiene el gobierno contra la anemia y malnutrición en nuestro país, dado que el consumo per cápita en el país de legumbres llega a 7,5 por año, cuya cifra está por debajo de lo que recomienda la Organización Mundial de la salud (MINAGRI, 2019). En el año 2018, la desnutrición crónica afectó al 12,2% de las niñas y niños menores de cinco años de edad (INEI, 2018).

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el efecto del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes en la producción de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el efecto del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes en las características morfológicas del cultivo de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar?

- b) ¿Cuál es el efecto del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes en las características productivas y de rendimiento del cultivo de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes en la producción de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar el efecto del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes en las características morfológicas del cultivo de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar.
- b) Evaluar el efecto del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes en las características productivas y de rendimiento del cultivo de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar.

1.4 Justificación de la investigación

Esta investigación resulta de interés dado que este cultivo constituye la base proteica y calórica fundamental de la alimentación en las familias de bajos recursos económicos; además, que este cultivo tiene la capacidad de fertilizar los suelos y que, de lograrse resultados positivos, el estiércol de cuy se convertiría en una alternativa de fertilización orgánica, contribuyendo en la disminución de la dependencia de los fertilizantes químicos y en la reducción de la contaminación ambiental.

1.5 Delimitación del estudio

Esta investigación se desarrolló en la propiedad de un agricultor familiar, localizado en el distrito de Huaura, provincia de Huaura, departamento de Lima, durante los meses de julio a diciembre del 2021.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

San Román (2019) evaluando el rendimiento de frijol con cuatro fuentes de abonos orgánicos (estiércol de cuy, gallinaza, humus de lombriz, estiércol de vacuno) encontró que, con la aplicación del humus de lombriz se alcanzó un mejor rendimiento con $2\,235,7\text{ kg ha}^{-1}$ seguido del estiércol de cuy con $2\,088,7\text{ kg ha}^{-1}$. Refiere además que con la aplicación de los abonos orgánicos no hubo diferencias significativas en altura de planta, número de ramas por planta, número de vainas por planta, longitud de vaina, ancho de vaina, peso de 100 g y índice de cosecha.

Ferrer (2020) evaluando tres fuentes de abonos orgánicos (estiércol de cuy, estiércol de vacuno y estiércol de oveja) en el rendimiento del frijol variedad canario encontró que, los mejores resultados se obtuvieron con el estiércol de oveja en número, tamaño y peso de vainas por planta, con un rendimiento de $2\,712,50\text{ kg ha}^{-1}$. Señala, además, que no existió diferencias significativas entre el estiércol de vacuno y estiércol de cuy, que alcanzaron rendimientos de $2\,627,78\text{ kg ha}^{-1}$ y $2\,622,22\text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente, valores que son mayores significativamente respecto al testigo (sin abono) que se obtuvo un rendimiento de $1\,777,78\text{ kg ha}^{-1}$.

Vidurrizaga (2011) evaluando el efecto de cuatro tipos de abonos orgánicos (Compost, estiércol de cuy, gallinaza y estiércol de vacunos) sobre el rendimiento del cultivo de tomate encontró que, el estiércol de cuy mostró mejores resultados en cuanto al rendimiento de número de frutos por planta, a diferencia de los demás abonos orgánicos.

Pantoja (2014) evaluando el comportamiento de abonos orgánicos (estiércol de vacuno, estiércol de cuy y estiércol de gallinaza) de origen animal en el cultivo de brócoli encontró mejores resultados con la aplicación de estiércol de cuy con dosis de 12 y 15 t ha^{-1} y estiércol de gallinaza con dosis de 9 t ha^{-1} , en las variables de maduración fisiológica, diámetro de tallo, peso y rendimiento a diferencia de los demás abonos orgánicos. Además, refiere que en su análisis de beneficio costo, se obtuvo un mejor resultado con la aplicación de estiércol de cuy con una dosis de 15 t ha^{-1}

Barrios (2011) evaluando el efecto del estiércol de cuy, aserrín y microorganismos de montaña en las propiedades físicas del suelo degradado en Tingo María encontró que, al incrementar niveles de estiércol de cuy, la calidad de este mejoraba significativamente al mejorar sus condiciones físicas.

Velásquez (2017) evaluando el efecto de tres niveles de estiércol de cuy (3, 6 y 9 t ha⁻¹) en el rendimiento de zanahoria encontró que, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de 6 t ha⁻¹ de cuyinaza, al mejorar las variables altura de planta, diámetro de raíz, longitud de raíz, peso de raíz y rendimiento, en comparación con los demás niveles.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Origen del frijol

Evidencias de diversos estudios con diferentes enfoques indican que el frijol tiene su centro de origen en el occidente y sur de México abarcando desde Jalisco hasta Oaxaca. Además, se sabe que el principal centro de domesticación fue la región de Mesoamérica y el secundario fue la región andina. (Hernández et al., 2013).

2.2.2 Taxonomía

Espinoza (2009) presenta la siguiente taxonomía del frijol

| | |
|----------------|------------------|
| canario: Reino | : Vegetal |
| División | : Phanerogamas |
| Subdivisión | : Angyospermas |
| Clase | : Dicotyledoneas |
| Orden | : Rosales |
| Familia | : Leguminosae |
| Sub-familia | : Papilionada |
| Género | : Phaseolus |
| Especie | : vulgaris L. |

2.2.3 Cultivo de frijol canario 2000 INIA

El frijol canario 2000 – INIA es una variedad nueva de buen potencial de rendimiento y que es altamente resistente al virus del Mosaico común (BCMV) y a la roya, que son las enfermedades más importantes en el frijol debido a que reducen el rendimiento entre 14 y 20%; además es de porte arbustivo y de mayor adaptación que las variedades comerciales similares, con granos de tamaño grande, de buena calidad comercial, fácil cocción y excelente sabor (INIA, sf).

2.2.4 Morfología de frijol

Espinoza (2009) y Henríquez et al. (1992) refieren que el estudio de la morfología del frijol incluye: raíz, tallo y ramas, hojas, flor, fruto y semilla:

a) Raíz

La raíz del frijol alberga bacterias simbióticas que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en el terreno de cultivado.

b) Tallos y ramas

El tallo constituye el eje principal de la planta de frijol de forma cilíndrica angulosa, que está formado por nudos, entrenudos y de yemas axilares. Este puede ser erecto, semiprostrado y prostrado dependiendo de la variedad de frijol, presenta crecimiento indeterminado y crecimiento determinado dado que presentan una inflorescencia terminal.

c) Hojas

Existen las hojas primarias o unifoliadas que son simples, alternas trifoliadas y las hojas pubescentes de forma acorazonada.

d) La inflorescencia

La posición de la inflorescencia en racimo puede ser axial o terminal, este último se da en

los frijoles con habito de crecimiento Tipo I.

e) La flor

Los órganos masculinos y femeninos están en la misma flor, es completa dado que posee corola y cáliz, flor hermafrodita. El cáliz consta de 5 pétalos libres, el más grande se denomina “estandarte”, dos medianos se denominan “alas y dos más pequeños se unen y forman la “quilla”.

f) Fruto o Vaina

La vaina está formada con dos valvas por lo que se le considera como una legumbre de tamaño variable, pudiendo medir de 6 a 12 cm de largo, conteniendo de 3 a 5 semillas, dependiendo de la variedad y la forma alargada u ovalada.

g) Semillas

Se originan del óvulo fecundado con diferentes formas, como cilíndricas, esféricas y de brillos, además presentan colores variados como blanco, negro, crema a negro, dependiendo de la variedad. Esta semilla presenta una cubierta (testa), el hilium y el micrófilo.

2.2.5 Etapas de desarrollo del frijol

Henríquez et al. (1992) afirman que la planta del frijol comprende dos fases sucesivas de desarrollo:

La fase vegetativa

Se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando aparecen los primeros botones florales; en esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción.

La fase reproductiva

Se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha; a pesar de ser esta fase eminentemente reproductora, durante ella las variedades de hábito de crecimiento

indeterminado (Tipos II, III y IV) continúan, aunque con menor intensidad, produciendo estructuras vegetativas.

2.2.6 Características del frijol canario 2000 INIA

Esta planta presenta un crecimiento arbustivo determinado (Tipo I), una altura promedio de 54 cm, la floración se presenta a los 50 días después de la siembra y la madurez de cosecha a los se presenta a los 120 días después de la siembra. Este cultivo se adapta bien a los valles de la costa presentando una flor con un color lila claro. El rendimiento promedio en grano seco es de 1 737 kg ha⁻¹ y el rendimiento máximo alcanzado es de 2 590 kg ha⁻¹, la forma comestible es en grano verde y grano seco, con una muy buena aceptación comercial (San Román, 2019).

2.2.7 Abonos orgánicos

Barreros (2017) manifiesta que los abonos orgánicos están constituidos por los desechos de origen animal, vegetal o mixto que son añadidos al suelo con el fin de poder mejorar las características físicas, biológicas y químicas. Los abonos orgánicos pueden consistir en residuos de cultivos que se dejan en el campo luego de la cosecha, cultivos para abonos en verde como son las leguminosas fijadoras del nitrógeno atmosférico, restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín, etc.) y los compost que son preparados con las mezclas de los compuestos que se mencionaron en este párrafo.

Ramírez (2022) afirma que los abonos orgánicos no solo aportan materiales nutritivos al suelo, sino que también influye satisfactoriamente en la estructura del suelo. Además, aportan nutrientes que modifican favorablemente la población de microorganismos, asegurando así la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

2.2.8 Estiércol de cuy

Los estiércoles son los excrementos de los cuyes que resultan como desechos del proceso digestión de los alimentos que consumen, siendo entre el 60 y 80 % de lo que el animal consume lo elimina como estiércol concentrando una alta cantidad de nitrógeno, fósforo y

potasio, componentes que las plantas utilizan en mayor proporción para su crecimiento y desarrollo (San Román, 2019; Barreros, 2017). Además, Barreros (2017) refiere que el estiércol de cuy genera muy buenos beneficios de una manera limpia, sin afectar el medio ambiente.

Tabla 1
Composición química del estiércol de cuy

| Nutrientes (ppm) | % |
|-------------------------|----------|
| Nitrógeno | 0,716 |
| Fósforo | 0,050 |
| Potasio | 0,310 |
| pH | 10,04 |
| CE (dS/m) | 3,06 |

Fuente: Ramírez (2022)

2.2.9 Ventajas de la aplicación del estiércol de cuy

Pantoja (2014), Velázquez (2017) y Vidurizaga (2009) refieren las siguientes ventajas al aplicar el estiércol de cuy en los cultivos.

- Mantiene la fertilidad del suelo.
- Este tipo de abonamiento no contamina el suelo.
- Se logran buenos rendimientos.
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- No posee malos olores por lo tanto no atrae a las moscas.
- Incrementa la absorción de agua y retiene la humedad.
- No contamina el ambiente.
- Los suelos con abono orgánico se producen alimentos con más nutrientes, cosechas más sanas.
- Ayuda al cultivo a tener más resistencia frente a plagas y patógenos debido a que se producen nutrientes que mantiene el suelo sano.

2.2.10 Los fertilizantes y el aprovechamiento del estiércol de cuy

Barreros (2017), evaluando el efecto del nitrato de amonio y de la urea en la velocidad de descomposición del estiércol, encontró que la relación C/N disminuía en el tiempo, entendiéndose que la menor relación significa mayor disponibilidad de nutrientes. En la figura 1 se puede apreciar los resultados de dicha investigación:

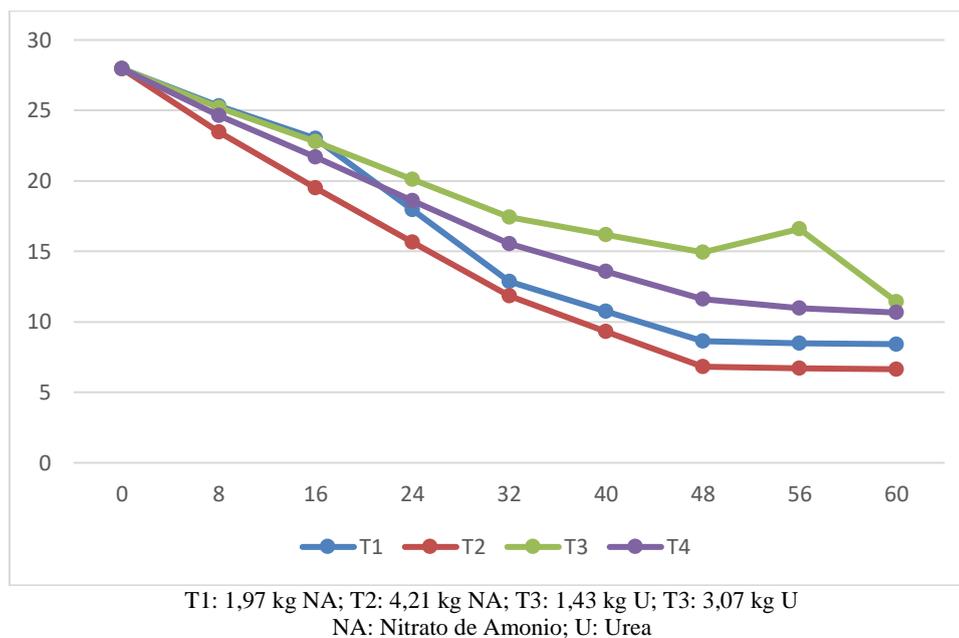


Figura 1. Relación C/N en estiércol de cuy y fertilizantes
Fuente: Barreros (2017)

2.3 Definiciones de términos básicos

Agricultura familiar: es una forma de clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia y que depende principalmente de la mano de obra familiar, incluyendo tanto a mujeres como a hombres.

Producto orgánico. Es todo aquel producto originado en un sistema de producción agrícola orgánico o sistema de recolección sostenible que emplee tecnologías que, en armonía con el medio ambiente y respetando la integridad cultural, optimicen el uso de los recursos naturales y socioeconómicos, con el objeto de garantizar una producción agrícola sostenible.

Rendimiento: Fruto o utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta, con lo que gasta, con lo que en ello se ha invertido, etc., o fruto del trabajo o el esfuerzo de una persona.

Parcelas divididas: Experimento diseñado que incluye al menos un factor difícil de cambiar que es difícil de aleatorizar completamente debido a limitaciones de tiempo o costo.

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

La aplicación del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes no produce efectos significativos en la producción de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar.

2.4.2 Hipótesis Específicos

- a) La aplicación del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes no produce efectos significativos en las características morfológicas del cultivo de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar.
- b) La aplicación del estiércol de cuy con y sin mezcla de fertilizantes no produce efectos significativos en las características productivas y de rendimiento del cultivo de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de agricultura familiar.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación experimental se llevó a cabo en la propiedad de un agricultor familiar en el distrito de Huaura, provincia de Huaura, geográficamente ubicado en las coordenadas 11° 06' 09" LS, 77° 23' 35" LO, a 253 msnm, durante los meses de julio a diciembre del 2021.

El suelo presentó las siguientes características: textura franco arenoso; pH de 7,15; materia orgánica con 1%; nitrógeno con 0,05%; fósforo con 9,70 ppm y potasio con 178,76 ppm.

3.1.2 Materiales e insumos

Se utilizaron los siguientes materiales e insumos:

a) Materiales:

- Cinta métrica
- Lampa
- Rafia
- Cuadernillo de campo
- Lápiz
- Calculadora
- Laptop
- Balanza de precisión

b) Insumos:

- Semilla comercial de frijol canario 2000-INIAA.
- Estiércol de cuy
- Fertilizantes (urea, fosfato diamonico, cloruro de potássio)

3.1.3 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue el diseño en bloques completos al azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas. Las parcelas fueron: a) Con fertilizante; b) Sin fertilizante. Las subparcelas fueron: 2, 4 y 6 t ha⁻¹ de estiércol de cuy. El total de tratamientos fue de seis con cuatro repeticiones. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 %. El análisis de varianza se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2

Análisis de la varianza

| Fuente de variabilidad | Grado de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------|
| Bloques | 3 | SCB | CMB | CMB/CMEra |
| Factor A | 1 | SCFa | CMa | CMa/CMEra |
| Error a | 3 | SCEra | CMEra | |
| Factor B | 2 | SCFb | CMb | CMb/CMerb |
| Interacción A*B | 2 | SCFa*b | CMa*b | CMa*b/CMerb |
| Error b | 12 | SCErb | CMerb | |
| Total | 23 | SCTo | | |

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tabla 3

Tratamientos

| Clave | Tratamiento |
|-------|--|
| T1 | Sin Fertilizante + 2,0 t ha ⁻¹ estiércol de cuy |
| T2 | Sin Fertilizante + 4,0 t ha ⁻¹ estiércol de cuy |
| T3 | Sin Fertilizante + 6,0 t ha ⁻¹ estiércol de cuy |
| T4 | Con Fertilizante + 2,0 t ha ⁻¹ estiércol de cuy |
| T5 | Con Fertilizante + 4,0 t ha ⁻¹ estiércol de cuy |
| T6 | Con Fertilizante + 6,0 t ha ⁻¹ estiércol de cuy |

3.1.5 Características del área experimental

Características de la unidad experimental

| | |
|------------------------|------------------------|
| Ancho | : 4,50 m |
| Largo | : 4,20 m |
| Numero de surcos | : 06 |
| Distancia entre surcos | : 0,75 m |
| Distancia entre golpes | : 0,30 m |
| Área | : 18,90 m ² |

- Características del Bloque

| | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Largo | : 27,00 m |
| Ancho | : 4,20 m |
| Área del bloque | : 113,40 m ² |
| Numero de bloques | : 4 |
| Área neta del experimento | : 453,60 m² |

3.1.6 Croquis del experimento

| | | | | | | |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| I | T5 | T4 | T6 | T2 | T3 | T1 |
| II | T1 | T2 | T3 | T6 | T5 | T4 |
| III | T4 | T5 | T6 | T3 | T2 | T1 |
| IV | T3 | T1 | T2 | T4 | T6 | T5 |

Leyenda
T1: SF + 2,0 t.ha⁻¹EC
T2: SF + 4,0 t.ha⁻¹EC
T3: SF + 6,0 t.ha⁻¹EC
T4: CF + 2,0 t.ha⁻¹EC
T5: CF + 4,0 t.ha⁻¹EC
T6: CF + 6,0 t.ha⁻¹EC
SF: Sin fertilizante
CF: Con fertilizante
EC: Estiércol de cuy

3.1.7 Variables evaluadas

A los 90 días después de la siembra (madurez comercial para verde), se eligieron al azar 15 plantas de los dos surcos centrales y en ellas se evaluaron:

- Altura de planta: Se midió la altura de planta desde la base de la planta hasta el ápice del tallo principal con el uso de una cinta métrica. Se expresó en cm.
- Peso fresco de la planta (follaje + vainas con granos): Las plantas tomadas al azar fueron arrancadas con mucho cuidado y luego fueron pesadas en una balanza con aproximación de 0,1 g. Se expresó en g m^{-2} .
- Peso fresco de vainas con granos: En las plantas tomadas al azar las vainas fueron arrancadas con mucho cuidado y luego fueron pesadas en una balanza con aproximación de 0,1 g. Se expresó en g m^{-2} .
- Peso fresco de follaje: Las plantas tomadas al azar fueron pesadas sin las vainas en una balanza con aproximación de 0,1 g. Se expresó en g m^{-2} .

A los 120 días después de la siembra (grano seco), se eligieron al azar 15 plantas de los dos surcos centrales y en ellas se evaluaron:

- Peso seco de la planta (follaje + vainas con granos): Las plantas tomadas al azar fueron arrancadas con mucho cuidado y luego fueron pesadas en una balanza con aproximación de 0,1 g. Se expresó en g m^{-2} .
- Peso seco de follaje: Las plantas tomadas al azar fueron pesadas sin las vainas en una balanza con aproximación de 0,1 g. Se expresó en g m^{-2} .
- Peso seco de vainas sin granos: En las plantas tomadas al azar las vainas fueron separadas de los granos y luego fueron pesadas en una balanza con aproximación de 0,1 g. Se expresó en g m^{-2} .
- Peso seco de granos: En las plantas tomadas al azar los granos fueron separados de las vainas y luego fueron pesadas en una balanza con aproximación de 0,1 g. Se expresó en g m^{-2} .
- Número de vainas: En las plantas tomadas al azar se contabilizó el número de vainas. Se expresó en número de vainas por m^2 .
- Número de granos por vaina: Se eligieron al azar 20 vainas y se contabilizaron los granos y luego se promedió. Se expresó en granos por vaina.
- Peso de 100 granos: De entre los granos procedentes del paso anterior, se escogieron 100 granos secos, los que luego fueron pesados. Se expresó en g.
- Longitud de vaina: Se eligieron al azar 20 vainas y en ellas se midió desde la

base hasta el ápice de la vaina. Se utilizó una cinta métrica y se expresó en cm. Para la evaluación de los rendimientos en verde y en seco, se cosecharon los dos surcos centrales. Se siguió el siguiente procedimiento:

- Rendimiento en verde: Se cosecharon las vainas verdes en madurez comercial. Se expresó en kg ha^{-1} .
- Rendimiento en seco: Se cosecharon los granos secos. Se expresó en kg ha^{-1} .

3.1.8 Conducción del experimento

Preparación del terreno

Sobre un terreno en la que fue cosechado maíz para grano se procedió a instalar el área experimental. Para ello se realizó la eliminación de restos de rastrojo de la cosecha anterior y luego se procedió al riego de enseo. La distancia entre surcos fue de 0,75 m.

Siembra

La siembra se efectuó el 06 de julio del 2021. Las semillas fueron colocadas a cada 0,30 m en una cantidad de 5. Una semana después de la emergencia se procedió a eliminar el exceso de plantas, dejando solo tres por cada golpe de siembra. La semilla fue desinfectada antes de la siembra con vitavax, a razón de 4 gr por cada kg de semilla.

Riegos

Los riegos se efectuaron en función a las necesidades de las plantas, la que dependió del clima reinante. El total de riegos fue de 10.

Aplicación del estiércol de cuy y de los fertilizantes

La aplicación del estiércol de cuy se efectuó en banda y sobre la misma línea a los 20 días después de la siembra con las cantidades establecidas para cada tratamiento. Se hizo de forma simultánea la aplicación de los fertilizantes con un nivel de abonamiento de 70-70-70 de N- P_2O_5 y K_2O . Posteriormente se efectuó el aporque.

Control de malezas

Las malezas que predominaron fueron rabo de zorro (*Setaria verticillata*), amor seco (*Bidens pilosa*) y Chuncuyo (*Nycandra physaloides*). El control de estas malezas se realizó de forma manual.

Control de plagas y enfermedades

Para la prevención del ataque de nematodos se aplicó a los siete días después de la emergencia el Vydate (oxamyl) a una concentración del 5‰. 15 días después se realizó la segunda aplicación en la misma concentración.

Para control del ataque de gusanos de tierra se aplicó Lorsban 4 EC a una concentración del 2,5‰.

Para el control de *Epinotia aporema* se aplicaron de forma alternada el Zoat 5 SG (emamectin benzoato) en concentración de 0,5‰ y Sorba 50 EC (lufenuron) en concentración de 1‰.

Para el control de la roya se hicieron dos aplicaciones con Folicur (tebuconazole) a concentración de 0,5‰.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estuvo constituida por las 6048 plantas de frijol canario 2000-INIAA.

3.2.2 Muestra

Para la estimación del tamaño de muestral para poblaciones finitas, se utilizó la fórmula propuesta por Bernal (2010):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N = Total de la población
Z_α = 1.96 (95% de confianza)
p = proporción esperada (en este caso 0,50) q = 1-p
d = grado de precisión (usar 5%)

Aplicando la fórmula, el tamaño de la muestra fue de 15 plantas de frijol, las que se tomaron de forma aleatoria por cada unidad experimental.

3.3 Técnica de recolección de datos

Se utilizó plantillas que permitió el fácil recojo de información.

3.4 Técnica para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico Sisvar.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Altura de planta (cm)

El análisis de varianza para altura de planta indica que se ha presentado interacción entre los dos factores en estudio, tal como se observa en la Tabla 4. Este resultado indica que se debe efectuar el análisis de efectos simple para determinar la combinación que produce un resultado diferente de los demás.

El promedio general fue de 58,33 cm con coeficientes de variabilidad de 9,25% para las parcelas y 4,79% para las subparcelas.

Tabla 4

Análisis de varianza para altura de planta (cm).

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 48,59 | 48,59 | 1,67 ns |
| Bloque | 3 | 179,68 | 59,89 | 2,06 ns |
| Error (a) | 3 | 87,41 | 29,14 | |
| Estiércol (E) | 2 | 37,83 | 18,92 | 2,43 ns |
| F*E | 2 | 60,86 | 30,43 | 3,90 * |
| Error (b) | 12 | 93,54 | 7,80 | |
| Total | 23 | 507,91 | | |

ns: no significativo; *: significativo al 0,05 de probabilidad

CV(a) 9,25%

CV(b) 4,79%

Promedio 58,33 cm

Analizando los resultados obtenidos con la aplicación del fertilizante acompañado de los diferentes niveles de aplicación del estiércol de cuy, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, Tabla 5, no se evidenció diferencias significativas entre ellas; de igual forma, analizando los resultados en la que no se aplicó el fertilizante, se observa que no existen diferencias significativas entre los diferentes niveles de aplicación del estiércol de cuy.

Analizando los resultados dentro de cada nivel de aplicación del estiércol de cuy, se observa que la aplicación de 6 t ha⁻¹ del estiércol acompañado con fertilizantes produjo plantas de

mayor altura (61,41 cm), siendo superior significativamente al que no recibió la aplicación del fertilizante (54,58 cm). En los niveles de aplicación de 2 y 4 t ha⁻¹ no se mostró diferencias significativas.

Tabla 5

Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) en la interacción entre las fuentes en estudio.

| Fuente | Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | | |
|------------------|--|----------|----------|
| | 2 | 4 | 6 |
| | cm | | |
| Con fertilizante | 56,49 Aa | 61,33 Aa | 61,41 Aa |
| Sin fertilizante | 57,46 Aa | 58,66 Aa | 54,58 Ba |

Medias con letra común en mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.2 Peso fresco de planta (follaje + vainas con granos) (g m⁻²)

Para esta característica, en la Tabla 6 se observa que según el análisis de varianza se ha presentado interacción entre los dos factores en estudio. Este resultado indica que se debe efectuar el análisis de efectos simple para determinar la combinación que produce un resultado diferente de los demás.

El promedio general fue de 2 000 g con coeficientes de variabilidad de 15,87% para las parcelas y 14,80% para las subparcelas.

Analizando la respuesta de la aplicación de los diferentes niveles de estiércol de cuy acompañado del fertilizante, en la Tabla 7 se puede apreciar que según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, la aplicación de 6 t ha⁻¹ produjo mayor peso fresco (2 634,92 g), siendo superior significativamente a los niveles de 2 y 4 t ha⁻¹ que produjeron pesos de 2 111,11 y 1 761,90 g, respectivamente. En el caso de la aplicación solamente del estiércol de cuy, no se observó diferencias significativas entre los diferentes niveles de aplicación.

Analizando dentro de cada nivel de aplicación del estiércol de cuy, la aplicación de 6 t ha⁻¹ acompañado con fertilizantes produjo mayor peso fresco (2 634,92 g), siendo superior significativamente al que no recibió la aplicación del fertilizante (1 603.17 g).

Tabla 6

Análisis de varianza para peso fresco de planta (follaje + vainas con granos) (g m⁻²)

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 687998 | 687998,00 | 6,83 ns |
| Bloque | 3 | 1146209 | 382069,67 | 3,79 ns |
| Error (a) | 3 | 302341 | 100780,33 | |
| Estiércol (E) | 2 | 775015 | 387507,50 | 4,43 * |
| F*E | 2 | 1447559 | 723779,50 | 8,27 ** |
| Error (b) | 12 | 1050809 | 87567,42 | |
| Total | 23 | 5409931 | | |

ns: no significativo; *: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01

CV(a) 15,87%

CV(b) 14,80%

Promedio 2 000 g

Tabla 7

Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de planta (follaje + vainas con granos) (g m⁻²) en la interacción entre las fuentes en estudio.

| Fuente | Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | | |
|------------------|--|------------|------------|
| | 2 | 4 | 6 |
| | g | | |
| Con fertilizante | 1761,90 Ab | 2111,11 Ab | 2634,92 Aa |
| Sin fertilizante | 1730,15 Aa | 2158,73 Aa | 1603,17 Ba |

Medias con letra común en mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.3 Peso fresco de vainas con granos (g m⁻²)

Según el análisis de varianza, Tabla 8, para peso fresco de vainas con granos solo se ha presentado diferencias significativas para la fuente fertilizante mas no para la fuente estiércol ni la interacción entre ambas fuentes.

El promedio general fue de 909,26 g m⁻² con coeficientes de variabilidad de 8,36% para las parcelas y 15,50% para las subparcelas.

Tabla 8

Análisis de varianza para peso fresco de vainas con granos (g m⁻²)

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 128413 | 128413,00 | 22,24 * |
| Bloque | 3 | 138940 | 46313,33 | 8,02 ns |
| Error (a) | 3 | 17320 | 5773,33 | |
| Estiércol (E) | 2 | 80454 | 40227,00 | 2,03 ns |
| F*E | 2 | 150678 | 75339,00 | 3,79 ns |
| Error (b) | 12 | 238301 | 19858,42 | |
| Total | 23 | 754106 | | |

ns: no significativo; *: significativo al 0,05

CV(a) 8,36%

CV(b) 15,50%

Promedio 909,26 g

Comparando los promedios obtenidos, según la prueba de Tukey al 5% la aplicación de fertilizantes favoreció a la obtención de un mayor peso fresco de vainas (Tabla 9); y en el caso de los niveles aplicados de estiércol de cuy, no se presentó diferencias significativas entre ellos (Tabla 10).

Tabla 9

Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de vainas con granos (g m⁻²)

| Fertilizante | Peso fresco de vainas (g m ⁻²) |
|------------------|--|
| Con fertilizante | 982,40 a |
| Sin fertilizante | 836,11 b |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 10

Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de vainas con granos (g m⁻²).

| Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | Peso fresco de vainas (g m ⁻²) |
|--|--|
| 2 | 827,38 a |
| 6 | 949,60 a |
| 4 | 950,79 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.4 Peso fresco de follaje (g m^{-2})

Para esta característica, según el análisis de varianza, Tabla 11, se ha presentado interacción entre los dos factores en estudio. Este resultado indica que se debe efectuar el análisis de efectos simple para determinar la combinación que produce un resultado diferente de los demás.

El promedio general fue de $1\,090,74 \text{ g m}^{-2}$ con coeficientes de variabilidad de 23,79% para las parcelas y 20,39% para las subparcelas.

Tabla 11

Análisis de varianza para peso fresco de follaje (g m^{-2}).

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 221939 | 221939,00 | 3,30 ns |
| Bloque | 3 | 496345 | 165448,33 | 2,46 ns |
| Error (a) | 3 | 201917 | 67305,67 | |
| Estiércol (E) | 2 | 356239 | 178119,50 | 3,60 ns |
| F*E | 2 | 692986 | 346493,00 | 7,01 ** |
| Error (b) | 12 | 593503 | 49458,58 | |
| Total | 23 | 2562929 | | |

ns: no significativo; **: significativo al 0,01

CV(a) 23,79%

CV(b) 20,39%

Promedio $1\,090,74 \text{ g}$

Analizando la respuesta de la aplicación de los diferentes niveles de estiércol de cuy acompañado del fertilizante, en la Tabla 12 se puede apreciar que según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, la aplicación de 6 t ha^{-1} produjo mayor peso de follaje ($1\,501,98 \text{ g}$), siendo superior significativamente a los niveles de 2 y 4 t ha^{-1} que produjeron pesos de 124,60 y 94,12 g, respectivamente. En el caso de la aplicación solamente del estiércol de cuy, no se observó diferencias significativas entre los diferentes niveles de aplicación.

Analizando dentro de cada nivel de aplicación del estiércol de cuy, la aplicación de 6 t ha^{-1} acompañado con fertilizantes produjo mayor peso de follaje ($1\,501,98 \text{ g}$), siendo superior significativamente al que no recibió la aplicación del fertilizante ($836,90 \text{ g}$).

Tabla 12

Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de follaje ($g\ m^{-2}$) en la interacción entre las fuentes en estudio.

| Fuente | Estiércol de cuy ($t\ ha^{-1}$) | | |
|------------------|-----------------------------------|------------|------------|
| | 2 | 4 | 6 |
| | ($g\ m^{-2}$)..... | | |
| Con fertilizante | 934,12 Ab | 1124,60 Ab | 1501,98 Aa |
| Sin fertilizante | 903,17 Aa | 1243,65 Aa | 836,90 Ba |

Medias con letra común en mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.5 Peso seco de planta (follaje + vainas con granos) ($g\ m^{-2}$)

Según el análisis de varianza, Tabla 13, para peso seco de planta no se ha presentado diferencias significativas para las diferentes fuentes de variabilidad.

El promedio general fue de $594,88\ g\ m^{-2}$ con coeficientes de variabilidad de 17,70% para las parcelas y 15,64% para las subparcelas.

Tabla 13

Análisis de varianza para peso seco de planta ($g\ m^{-2}$)

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 73835,008 | 73835,01 | 6,66 ns |
| Bloque | 3 | 114677,233 | 38225,74 | 3,45 ns |
| Error (a) | 3 | 33267,831 | 11089,28 | |
| Estiércol (E) | 2 | 27006,768 | 13503,38 | 1,56 ns |
| F*E | 2 | 60717,042 | 30358,52 | 3,51 ns |
| Error (b) | 12 | 103889,348 | 8657,45 | |
| Total | 23 | 413393,23 | | |

ns: no significativo

| | |
|----------|----------|
| CV(a) | 17,70% |
| CV(b) | 15,64% |
| Promedio | 594,88 g |

Comparando los promedios obtenidos, según la prueba de Tukey al 5% la aplicación de fertilizantes no influyó significativamente a la obtención de un mayor peso seco de planta (Tabla 14); y en el caso de los niveles aplicados de estiércol de cuy, de igual forma, tampoco se presentó diferencias significativas entre ellos (Tabla 15).

Tabla 14

Prueba de Tukey al 5% para peso seco de planta (g m⁻²).

| Fertilizante | Peso seco de planta (g m ⁻²) |
|------------------|--|
| Sin fertilizante | 539,41 a |
| Con fertilizante | 650,35 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 15

Prueba de Tukey al 5% para peso seco de planta (g m⁻²).

| Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | Peso seco de planta (g m ⁻²) |
|--|--|
| 2 | 550,57 a |
| 6 | 602,35 a |
| 4 | 631,72 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6 Peso seco de follaje (g m⁻²)

Según el análisis de varianza, Tabla 16, para peso seco de follaje no se ha presentado diferencias significativas para las diferentes fuentes de variabilidad.

El promedio general fue de 238,88 g m⁻² con coeficientes de variabilidad de 26,37% para las parcelas y 22,14% para las subparcelas.

Tabla 16

Análisis de varianza para peso seco de follaje (g m⁻²).

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 24755,526 | 24755,53 | 6,24 ns |
| Bloque | 3 | 28339,76 | 9446,59 | 2,38 ns |
| Error (a) | 3 | 11905,705 | 3968,57 | |
| Estiércol (E) | 2 | 6083,601 | 3041,80 | 1,09 ns |
| F*E | 2 | 11821,466 | 5910,73 | 2,11 ns |
| Error (b) | 12 | 33571,352 | 2797,61 | |
| Total | 23 | 116477,41 | | |

ns: no significativo

CV(a) 26,37

CV(b) 22,14

Promedio 238,88 g

Comparando los promedios obtenidos, según la prueba de Tukey al 5% la aplicación de fertilizantes no influyó significativamente a la obtención de un mayor peso seco de follaje (Tabla 17); y en el caso de los niveles aplicados de estiércol de cuy, de igual forma, tampoco se presentó diferencias significativas entre ellos (Tabla 18).

Tabla 17

Prueba de Tukey al 5% para peso seco de follaje (g m⁻²).

| Fertilizante | Peso seco de follaje (g m ⁻²) |
|------------------|---|
| Sin fertilizante | 206,77 a |
| Con fertilizante | 271,00 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 18

Prueba de Tukey al 5% para peso seco de follaje (g m⁻²).

| Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | Peso seco de planta (g m ⁻²) |
|--|--|
| 2 | 216,82 a |
| 6 | 246,03 a |
| 4 | 253,81 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.7 Peso seco de las vainas sin granos (cáscara) (g m⁻²)

Para esta característica, según el análisis de varianza, Tabla 19, se ha presentado interacción entre las dos fuentes en estudio. Este resultado indica que se debe efectuar el análisis de efectos simple para determinar la combinación que produce un resultado diferente de los demás.

El promedio general fue de 92,65 g m⁻² con coeficientes de variabilidad de 20,36% para las parcelas y 19,37% para las subparcelas.

Tabla 19

Análisis de varianza para peso seco de las vainas sin granos (cáscara) (g m⁻²).

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 1141,674 | 1141,67 | 3,21 ns |
| Bloque | 3 | 2224,033 | 741,34 | 2,08 ns |
| Error (a) | 3 | 1067,411 | 355,80 | |
| Estiércol (E) | 2 | 378,311 | 189,16 | 0,59 ns |
| F*E | 2 | 3405,063 | 1702,53 | 5,29 * |
| Error (b) | 12 | 3864,544 | 322,05 | |
| Total | 23 | 12081,036 | | |

ns: no significativo; *: significativo al 0,05

| | |
|----------|---------|
| CV(a) | 20,36% |
| CV(b) | 19,37% |
| Promedio | 92,65 g |

Analizando la respuesta de la aplicación de los diferentes niveles de estiércol de cuy acompañado del fertilizante, en la Tabla 20 se puede apreciar que según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, la aplicación de 6 t ha⁻¹ produjo mayor peso seco (117,34 g), siendo superior significativamente a los niveles de 2 y 4 t ha⁻¹ que produjeron pesos de 99,54 y 81,78 g, respectivamente. En el caso de la aplicación solamente del estiércol de cuy, no se observó diferencias significativas entre los diferentes niveles de aplicación.

Analizando dentro de cada nivel de aplicación del estiércol de cuy, la aplicación de 6 t ha⁻¹ acompañado con fertilizantes produjo mayor peso seco (117,34 g), siendo superior significativamente al que no recibió la aplicación del fertilizante (71,31 g).

Tabla 20

Prueba de Tukey al 5% para peso seco de las vainas sin granos (cáscara) ($g\ m^{-2}$) en la interacción entre las fuentes en estudio.

| Fuente | Estiércol de cuy ($t\ ha^{-1}$) | | |
|------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|
| | 2 | 4 | 6 |
| | ----- ($g\ m^{-2}$) ----- | | |
| Con fertilizante | 81,78 Ab | 99,54 Aab | 117,34 Aa |
| Sin fertilizante | 92,58 Aa | 93,39 Aa | 71,31 Ba |

Medias con letra común en mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.8 Peso seco de granos ($g\ m^{-2}$)

Según el análisis de varianza, Tabla 21, para peso de granos no se ha presentado diferencias significativas entre las distintas fuentes de variabilidad.

El promedio general fue de $263,34\ g\ m^{-2}$ con coeficientes de variabilidad de 12,11% para las parcelas y 16,38% para las subparcelas.

Tabla 21

Análisis de varianza para peso de granos ($g\ m^{-2}$).

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 6496,763 | 6496,76 | 6,39 ns |
| Bloque | 3 | 18097,082 | 6032,36 | 5,94 ns |
| Error (a) | 3 | 3048,597 | 1016,20 | |
| Estiércol (E) | 2 | 4886,663 | 2443,33 | 1,31 ns |
| F*E | 2 | 7137,558 | 3568,78 | 1,92 ns |
| Error (b) | 12 | 22313,735 | 1859,48 | |
| Total | 23 | 61980,398 | | |

ns: no significativo

| | |
|----------|----------|
| CV(a) | 12,11 |
| CV(b) | 16,38 |
| Promedio | 263,34 g |

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, no existen diferencias significativas entre la parcela que recibió fertilizantes y la que no recibió, tal como se observa en la Tabla 22. Y comparando los niveles de aplicación del estiércol de cuy, tampoco se ha presentado diferencias significativas entre ellos, Tabla 23.

Tabla 22

Prueba de Tukey al 5% para peso de grano ($g\ m^{-2}$).

| Fertilizante | Peso de grano ($g\ m^{-2}$) |
|------------------|-------------------------------|
| Sin fertilizante | 246,88 a |
| Con fertilizante | 279,79 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 23

Prueba de Tukey al 5% para peso de grano ($g\ m^{-2}$).

| Estiércol de cuy ($t\ ha^{-1}$) | Peso de grano ($g\ m^{-2}$) |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 2 | 246,57 a |
| 6 | 261,99 a |
| 4 | 281,44 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.9 Número de vainas por m^2

Según el análisis de varianza, Tabla 24, para esta variable solo se ha presentado diferencias significativas para la fuente fertilizante, en tanto que para las otras fuentes de variabilidad no se ha mostrado diferencias significativas.

El promedio general fue de 116,45 vainas con coeficientes de variabilidad de 8,06% para las parcelas y 14,30% para las subparcelas.

Tabla 24

Análisis de varianza para número de vainas

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 1964,574 | 1964,57 | 22,27 * |
| Bloque | 3 | 1906,261 | 635,42 | 7,20 ns |
| Error (a) | 3 | 264,612 | 88,20 | |
| Estiércol (E) | 2 | 1183,72 | 591,86 | 2,13 ns |
| F*E | 2 | 1326,819 | 663,41 | 2,39 ns |
| Error (b) | 12 | 3329,106 | 277,43 | |
| Total | 23 | 9975,092 | | |

ns: no significativo; *: significativo al 0,05

CV(a) 8,06

CV(b) 14,30

Promedio 116,45

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, la aplicación de fertilizante favoreció a la obtención de un mayor número de vainas, Tabla 25. Y en el caso del estiércol de cuy, no hubo diferencias significativas entre ellos, Tabla 26.

Tabla 25

Prueba de Tukey al 5% para número de vainas m².

| Fertilizante | Número de vainas |
|------------------|------------------|
| Sin fertilizante | 107,40 a |
| Con fertilizante | 125,50 b |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 26

Prueba de Tukey al 5% para número de vainas m².

| Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | Número de vainas |
|--|------------------|
| 2 | 107,46 a |
| 6 | 117,30 a |
| 4 | 124,60 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.10 Número de granos por vaina

Para esta característica, según el análisis de varianza, Tabla 27, se ha presentado interacción entre las dos fuentes en estudio. Este resultado indica que se debe efectuar el análisis de efectos simple para determinar la combinación que produce un resultado diferente de los demás.

El promedio general fue de 4,29 granos por vaina con coeficientes de variabilidad de 4,98% para las parcelas y 5,30% para las subparcelas.

Tabla 27

Análisis de varianza para número de granos por vaina

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 0,12 | 0,12 | 2,63 ns |
| Bloque | 3 | 0,034 | 0,01 | 0,25ns |
| Error (a) | 3 | 0,137 | 0,05 | |
| Estiércol (E) | 2 | 0,332 | 0,17 | 3,21 ns |
| F*E | 2 | 0,60 | 0,30 | 5,81 * |
| Error (b) | 12 | 0,62 | 0,05 | |
| Total | 23 | 1,843 | | |

ns: no significativo; *: significativo al 0,05

| | |
|----------|------|
| CV(a) | 4,98 |
| CV(b) | 5,30 |
| Promedio | 4,29 |

Analizando la respuesta de la aplicación de los diferentes niveles de estiércol de cuy acompañado del fertilizante, en la Tabla 28 se puede apreciar que según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, la aplicación de 4 y 6 t ha⁻¹ produjeron mayor número de granos por vaina (4,55 ambos), siendo superiores significativamente al nivel de 2 t ha⁻¹ que produjo 3,98. En el caso de la aplicación solamente del estiércol de cuy, no se observó diferencias significativas entre los diferentes niveles de aplicación.

Analizando dentro de cada nivel de aplicación del estiércol de cuy, la aplicación de 6 t ha⁻¹ acompañado con fertilizantes produjo mayor número de granos por vaina (4,55), siendo superior significativamente al que no recibió la aplicación del fertilizante (4,13).

Tabla 28

Prueba de Tukey al 5% para número de granos por vaina en la interacción entre las fuentes en estudio.

| Fertilizante | Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | | |
|------------------|--|---------|---------|
| | 2 | 4 | 6 |
| | ----- número de granos ----- | | |
| Con fertilizante | 3,98 Ab | 4,55 Aa | 4,55 Aa |
| Sin fertilizante | 4,28 Aa | 4,25 Aa | 4,13 Ba |

Medias con letra común en mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.11 Peso de 100 granos (g)

Según el análisis de varianza, Tabla 29, para peso de 100 granos no se ha presentado diferencias significativas para las diferentes fuentes de variabilidad.

El promedio general fue de 55,42 g con coeficientes de variabilidad de 7,95% para las parcelas y 7,46% para las subparcelas.

Tabla 29

Análisis de varianza para peso de 100 granos (g)

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 1,826 | 1,83 | 0,09 ns |
| Bloque | 3 | 54,858 | 18,29 | 0,94 ns |
| Error (a) | 3 | 58,225 | 19,41 | |
| Estiércol (E) | 2 | 17,06 | 8,53 | 0,50 ns |
| F*E | 2 | 29,535 | 14,77 | 0,86 ns |
| Error (b) | 12 | 205,243 | 17,10 | |
| Total | 23 | 366,747 | | |

ns: no significativo

CV(a) 7,95

CV(b) 7,46

Promedio 55,42

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, la aplicación de fertilizante no favoreció a la obtención de un mayor peso de 100 granos, siendo similar al que no fue aplicado, Tabla 30. Y en el caso del estiércol de cuy, tampoco hubo diferencias significativas entre ellos, Tabla 31.

Tabla 30

Prueba de Tukey al 5% para peso de 100 granos.

| Fertilizante | Peso de 100 granos (g) |
|------------------|------------------------|
| Con fertilizante | 55,14 a |
| Sin fertilizante | 55,69 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 31

Prueba de Tukey al 5% para peso de 100 granos.

| Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | Peso de 100 granos (g) |
|--|------------------------|
| 4 | 54,38 a |
| 6 | 55,44 a |
| 2 | 56,44 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.12 Longitud de vaina (cm)

Según el análisis de varianza, Tabla 32, para longitud de vaina no se ha presentado diferencias significativas para las diferentes fuentes de variabilidad.

El promedio general fue de 12,74 cm con coeficientes de variabilidad de 1,54% para las parcelas y 2,62% para las subparcelas.

Tabla 32

Análisis de varianza para longitud de vaina (cm).

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 0,006 | 0,006 | 0,16 ns |
| Bloque | 3 | 0,614 | 0,204 | 5,34 ns |
| Error (a) | 3 | 0,115 | 0,038 | |
| Estiércol (E) | 2 | 0,202 | 0,101 | 0,91 ns |
| F*E | 2 | 0,484 | 0,242 | 2,17 ns |
| Error (b) | 12 | 1,336 | 0,111 | |
| Total | 23 | 2,757 | | |

ns: no significativo

| | |
|----------|--------|
| CV(a) | 1,54 |
| CV(b) | 2,62 |
| Promedio | 12,735 |

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, la aplicación de fertilizante no favoreció a la obtención de una mayor longitud de vaina, siendo similar al que no fue aplicado, Tabla 33. Y en el caso del estiércol de cuy, tampoco hubo diferencias significativas entre ellos, Tabla 34.

Tabla 33

Prueba de Tukey al 5% para longitud de vaina (cm).

| Fertilizante | Longitud de vaina (cm) |
|------------------|------------------------|
| Sin fertilizante | 12,72 a |
| Con fertilizante | 12,75 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 34

Prueba de Tukey al 5% para longitud de vaina (cm).

| Estiércol de cuy ($t\ ha^{-1}$) | Longitud de vaina (cm) |
|-----------------------------------|------------------------|
| 2 | 12,64 a |
| 4 | 12,69 a |
| 6 | 12,86 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.13 Rendimiento en verde (kg ha⁻¹)

Según el análisis de varianza, Tabla 35, para rendimiento en verde solo se ha presentado diferencias significativas para la fuente fertilizante, en tanto que para las otras fuentes de variabilidad no se ha evidenciado diferencias significativas.

El promedio general fue de 9 092,54 kg ha⁻¹ con coeficientes de variabilidad de 8,36% para las parcelas y 15,50% para las subparcelas.

Tabla 35

Análisis de varianza para rendimiento en verde.

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 12843677,04 | 12843677,04 | 22,25 * |
| Bloque | 3 | 13890097,46 | 4630032,49 | 8,02 ns |
| Error (a) | 3 | 1731662,791 | 577220,93 | |
| Estiércol (E) | 2 | 8043133,583 | 4021566,79 | 2,03 ns |
| F*E | 2 | 15069829,08 | 7534914,54 | 3,79 ns |
| Error (b) | 12 | 23829888 | 1985824,00 | |
| Total | 23 | 75408287,96 | | |

ns: no significativo; *: significativo al 0,05

CV(a) 8,36

CV(b) 15,50

Promedio 9 092,54

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, la aplicación de fertilizante ha favorecido a la obtención de un mayor rendimiento al superar significativamente al no aplicado, tal como se aprecia en la Tabla 36. En el caso del estiércol de cuy, no hubo diferencias significativas entre ellos, Tabla 37.

Tabla 36

Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en verde (kg ha⁻¹).

| Fertilizante | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|------------------|------------------------------------|
| Sin fertilizante | 8 361,00 a |
| Con fertilizante | 9 824,08 b |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 37

Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en verde (kg ha⁻¹).

| Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|--|------------------------------------|
| 2 | 8 273,87 a |
| 6 | 9 496,00 a |
| 4 | 9 507,75 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.14 Rendimiento en seco (kg ha⁻¹).

Según el análisis de varianza, Tabla 38, para rendimiento en seco solo se ha presentado diferencias significativas para la fuente fertilizante, en tanto que para las otras fuentes de variabilidad no se ha evidenciado diferencias significativas.

El promedio general fue de 2 486,99 kg ha⁻¹ con coeficientes de variabilidad de 9,33% para las parcelas y 15,34% para las subparcelas.

Tabla 38

Análisis de varianza para rendimiento en seco.

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F calc. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Fertilizante (F) | 1 | 746891,714 | 746891,71 | 13,87 * |
| Bloque | 3 | 1318856,256 | 439618,75 | 8,16 ns |
| Error (a) | 3 | 161552,243 | 53850,75 | |
| Estiércol (E) | 2 | 468679,884 | 234339,94 | 1,61 ns |
| F*E | 2 | 837943,437 | 418971,72 | 2,88 ns |
| Error (b) | 12 | 1746817,968 | 145568,16 | |
| Total | 23 | 5280741,502 | | |

ns: no significativo; *: significativo al 0,05

CV(a) 9,33

CV(b) 15,34

Promedio 2 486,99

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, la aplicación de fertilizante ha favorecido a la obtención de un mayor rendimiento al superar significativamente al no aplicado, tal como se aprecia en la Tabla 39. En el caso del estiércol de cuy, no hubo diferencias significativas entre ellos, Tabla 40.

Tabla 39

Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en seco (kg ha⁻¹).

| Fertilizante | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|------------------|------------------------------------|
| Sin fertilizante | 2 310,58 a |
| Con fertilizante | 2 663,40 b |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 40

Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en seco (kg ha⁻¹).

| Estiércol de cuy (t ha ⁻¹) | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|--|------------------------------------|
| 2 | 2 297,77 a |
| 6 | 2 532,20 a |
| 4 | 2 630,99 a |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

CAPITULO V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede apreciar claramente que la adición del fertilizante, sobre todo la fuente nitrogenada, mejora el aprovechamiento del estiércol de cuy cuando ésta es aplicada en la cantidad de 6 t ha^{-1} , al provocar que la planta muestre mayor altura de planta, masa foliar y número de granos por vaina, tal como fue encontrado en esta investigación. Sin embargo, ese mayor desarrollo de la planta no significó que las características productivas se vean mejoradas. Es posible que la mayor disponibilidad de nutrientes haya favorecido a dichas características en detrimento de las características reproductivas. Así, estudios desarrollados por Espejo et al. (2021) reportaron que las aplicaciones de biofertilizantes a base de estiércol de cuy en dosis crecientes incrementaron en el suelo la disponibilidad de los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio.

Con respecto a los rendimientos, no se logró observar interacción entre la aplicación de los fertilizantes y del estiércol de cuy, es decir el efecto beneficioso del fertilizante en la descomposición del estiércol de cuy y la disponibilidad de los nutrientes. Este resultado puede deberse a que el frijol al ser un cultivo de corto periodo vegetativo no haya tenido la oportunidad de aprovechar adecuadamente la disponibilidad de los nutrientes procedentes del estiércol de cuy, tal como lo indica la investigación de Barreros (2017) en la que menciona que el fertilizante nitrogenado demora entre 28 y 40 días en acelerar su descomposición.

Con respecto a los diferentes niveles de aplicación del estiércol, en general para las diferentes variables no se mostró diferencias significativas entre ellos. Esa falta de respuesta es debido a que en condiciones naturales la descomposición del estiércol es muy lenta y va a depender de las condiciones ambientales, tal como lo menciona De la Rosa (2012).

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) La altura de planta, el peso fresco de la planta, peso fresco del follaje, peso seco de las vainas sin granos y número de granos por vaina fueron mayores cuando a las 6 t ha⁻¹ del estiércol de cuy se le complementó con los fertilizantes, en comparación a la que no recibió dicho complemento.
- b) Para peso fresco de vainas con granos, número de vainas, rendimiento en verde y en seco, en promedio los que recibieron fertilizantes obtuvieron mayores valores y fueron superiores que las que no recibieron.
- c) En general, para el conjunto de variables evaluados no se mostró diferencias significativas entre los diferentes niveles de aplicación del estiércol de cuy.

6.2 Recomendaciones

- a) Repetir el experimento en otras localidades y con otras texturas de suelo.
- b) Incrementar los niveles de aplicación del estiércol de cuy.
- c) Experimentar con diferentes formas de aplicación.
- d) Experimentar con diferentes formas de presentación del estiércol de cuy, como es el entero o pulverizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreros, E. I. (2017). *Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (Cavia porcellus), enriquecido* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25395/1/Tesis-157%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20479.pdf>
- Barrios, L. S. (2011). *Efecto del estiércol de cuy, aserrín y microorganismo de montaña en la génesis de la estructura del suelo degradado en Tingo María* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1102>
- De la Rosa, J. (2012). Análisis físico y químico de fertilizante orgánico (biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado (monografía de grado). Recuperado de [Análisis físico y químico de fertilizante orgánico \(biol\). \(studylib.es\)](http://www.studylib.es/Análisis-físico-y-químico-de-fertilizante-orgánico-biol)
- Espejo, S. S., Siesquen, J. M., Castañeda, C. A., y Benites, E. G. (2021). Biofertilizer of guinea pig manure for the recovery of a degraded loam soil. *Chemical Engineering Transactions*, 86, 745-750. <https://doi.org/10.3303/CET2186125>
- Espinoza, E. A. (2009). *Evaluación de 16 genotipos seleccionados en dos densidades de siembra de frijol canario cv. centenario (Phaseolus vulgaris l.) por su calidad y rendimiento en condiciones de costa central* (tesis de pregrado). <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1369156>
- FAO (2018). *Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*. Ciudad de Panamá. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Ferrer, T. H. (2020). *Abonamiento orgánico en el rendimiento del cultivo de frejol (Phaseolus vulgaris L.) variedad canario, en condiciones edafoclimáticas de San Pedro de Chonta, Cholon, Marañón –2018* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
- Ferrer, T. H., y Valverde, A. (2020). Rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad canario con tres fuentes de abonos orgánicos en el distrito de Cholón, Huánuco- Perú. *Revista Investigación Agraria*, 2(3), 33-44. <https://doi.org/10.47840/ReInA.2.3.901>
- Henríquez, G. R., Prophete, E. y Orellana, C. (1992). *Manejo Agronómico del cultivo del frijol*. Colombia: CIAT. Recuperado de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/SB_327_U5_Vol.5.pdf](http://ciat-library.ciar.org/articulos_ciat/2015/SB_327_U5_Vol.5.pdf)
- Hernández, V. M., Vargas, M. L., Muruaga, J. S., Hernández, S. & Mayek, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista fitotecnia mexicana*, 36(2), 95-104₄₁

- Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000200002&lng=es&tlng=es .
- INEI (2018). La Desnutrición crónica en el Perú. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/desnutricion-cronica-afecto-al-122-de-la-poblacion-menor-de-cinco-anos-de-edad-en-el-ano-2018-11370/#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202018%2C%20la,ENDES%2C%20que%20ejecuta%20el%20Instituto>
- INIA (sf). Frijol Canario 2000 – INIA: Variedad de frijol Arbustivo para la Costa del Perú. Disponible en <https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/frijol/Canario-2000.pdf>
- MINAGRI (2019). Día mundial de las legumbres. *Plataforma digital única del estado peruano*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minagri/noticias/81361-minagri-celebro-dia-mundial-de-las-legumbres-con-exhibicion-de-variedades-en-agroferia-campesina>
- Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana: manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*. Santiago de Chile: FONAG. Recuperado de http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Pantoja, R. F. (2014). *Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, El ángel, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/691/T-UTB-FACIAG-AGR-000122.pdf;jsessionid=A42DCC45F0A2DD344A60BDB9A53CA729?sequence=1>
- Ramírez, L. A. (2022). *Efecto de la combinación de fuentes orgánicas en el rendimiento de dos variedades de zanahoria en Chuyas – Pomabamba* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/5568>
- San Román, T. A. (2019). *Rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) con cuatro fuentes de abonos orgánicos en el distrito Nuevo Imperial, Cañete* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Velázquez, D. E. (2017). *Efecto de tres niveles de cuyinaza en el rendimiento de zanahoria (Daucus carota L.) Var. Chantenay Royal en Santiago de Chuco, La Libertad* (tesis de

pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Recuperado de <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9255>

Vidurrizaga, J. M. (2011). *Efecto de cuatro tipos de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de Lycopersicon esculentum Mill "tomate" var. regional, en la comunidad de Zungarococha, distrito de San Juan Bautista- Loreto* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

ANEXOS

Tabla 41

Datos de campo

| Fertilizante | Estiércol | Bloque | Altura de planta (cm) | peso de planta (follaje + vainas) (g m ⁻²) | Peso de vainas/m ² | Peso de follaje (g m ⁻²) |
|------------------|-----------|--------|-----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------------|
| Con fertilizante | 2 | 1 | 55,33 | 1650,79 | 836,51 | 814,29 |
| Con fertilizante | 2 | 2 | 56,00 | 1587,30 | 803,17 | 784,13 |
| Con fertilizante | 2 | 3 | 59,33 | 1904,76 | 830,16 | 1074,60 |
| Con fertilizante | 2 | 4 | 55,33 | 1904,76 | 841,27 | 1063,49 |
| Con fertilizante | 4 | 1 | 64,00 | 2031,75 | 769,84 | 1261,90 |
| Con fertilizante | 4 | 2 | 57,67 | 1777,78 | 933,33 | 844,44 |
| Con fertilizante | 4 | 3 | 62,00 | 2222,22 | 996,83 | 1225,40 |
| Con fertilizante | 4 | 4 | 61,67 | 2412,70 | 1246,03 | 1166,67 |
| Con fertilizante | 6 | 1 | 61,33 | 2920,63 | 1204,76 | 1715,87 |
| Con fertilizante | 6 | 2 | 57,00 | 2031,75 | 892,06 | 1139,68 |
| Con fertilizante | 6 | 3 | 59,00 | 2730,16 | 1287,30 | 1442,86 |
| Con fertilizante | 6 | 4 | 68,33 | 2857,14 | 1147,62 | 1709,52 |
| Sin fertilizante | 2 | 1 | 53,50 | 1523,81 | 728,57 | 795,24 |
| Sin fertilizante | 2 | 2 | 55,00 | 1777,78 | 812,70 | 965,08 |
| Sin fertilizante | 2 | 3 | 60,67 | 2285,71 | 1095,24 | 1190,48 |
| Sin fertilizante | 2 | 4 | 60,67 | 1333,33 | 671,43 | 661,90 |
| Sin fertilizante | 4 | 1 | 53,00 | 1777,78 | 865,08 | 912,70 |
| Sin fertilizante | 4 | 2 | 53,33 | 1777,78 | 877,78 | 900,00 |
| Sin fertilizante | 4 | 3 | 66,67 | 2666,67 | 960,32 | 1706,35 |
| Sin fertilizante | 4 | 4 | 61,67 | 2412,70 | 957,14 | 1455,56 |
| Sin fertilizante | 6 | 1 | 48,00 | 1269,84 | 660,32 | 609,52 |
| Sin fertilizante | 6 | 2 | 53,00 | 1333,33 | 623,81 | 709,52 |
| Sin fertilizante | 6 | 3 | 58,33 | 1587,30 | 809,52 | 777,78 |
| Sin fertilizante | 6 | 4 | 59,00 | 2222,22 | 971,43 | 1250,79 |
| | | | 58,33 | 2000,00 | 909,26 | 1090,74 |

Tabla 42

Datos de campo

| Fertilizante | Estiércol | Bloque | Peso seco de planta (follaje + vainas) (g m ⁻²) | Peso seco follaje (g m ⁻²) | Peso de cáscara (g m ⁻²) | Peso de granos (g m ⁻²) |
|------------------|-----------|--------|---|--|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Con fertilizante | 2 | 1 | 545,08 | 237,46 | 80,95 | 226,67 |
| Con fertilizante | 2 | 2 | 552,38 | 205,71 | 83,46 | 263,21 |
| Con fertilizante | 2 | 3 | 561,42 | 226,03 | 80,30 | 255,09 |
| Con fertilizante | 2 | 4 | 576,97 | 266,67 | 82,42 | 227,88 |
| Con fertilizante | 4 | 1 | 618,16 | 311,11 | 79,24 | 227,81 |
| Con fertilizante | 4 | 2 | 556,47 | 181,59 | 91,04 | 283,84 |
| Con fertilizante | 4 | 3 | 688,65 | 274,29 | 106,93 | 307,44 |
| Con fertilizante | 4 | 4 | 794,92 | 311,11 | 120,95 | 362,86 |
| Con fertilizante | 6 | 1 | 740,32 | 309,84 | 124,36 | 306,12 |
| Con fertilizante | 6 | 2 | 599,91 | 257,78 | 100,14 | 242,00 |
| Con fertilizante | 6 | 3 | 749,32 | 306,03 | 117,75 | 325,54 |
| Con fertilizante | 6 | 4 | 820,60 | 364,44 | 127,13 | 329,03 |
| Sin fertilizante | 2 | 1 | 486,05 | 175,24 | 81,79 | 229,02 |
| Sin fertilizante | 2 | 2 | 484,29 | 199,37 | 73,53 | 211,40 |
| Sin fertilizante | 2 | 3 | 800,60 | 293,33 | 147,03 | 360,23 |
| Sin fertilizante | 2 | 4 | 397,83 | 130,79 | 67,97 | 199,07 |
| Sin fertilizante | 4 | 1 | 446,42 | 170,16 | 62,79 | 213,47 |
| Sin fertilizante | 4 | 2 | 516,68 | 153,65 | 100,84 | 262,18 |
| Sin fertilizante | 4 | 3 | 727,71 | 341,59 | 103,27 | 282,86 |
| Sin fertilizante | 4 | 4 | 704,76 | 286,98 | 106,67 | 311,11 |
| Sin fertilizante | 6 | 1 | 405,08 | 134,60 | 62,72 | 207,76 |
| Sin fertilizante | 6 | 2 | 369,10 | 143,49 | 60,53 | 165,08 |
| Sin fertilizante | 6 | 3 | 499,29 | 161,27 | 78,00 | 260,02 |
| Sin fertilizante | 6 | 4 | 635,21 | 290,79 | 84,00 | 260,42 |
| | | | 594,88 | 238,89 | 92,66 | 263,34 |

Tabla 43

Datos de campo

| Fertilizante | Estiércol | Bloque | Vainas por m ² | Peso de 100 granos (g) | Número de granos por vaina |
|------------------|-----------|--------|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| Con fertilizante | 2 | 1 | 107,94 | 53,16 | 4,40 |
| Con fertilizante | 2 | 2 | 115,56 | 56,16 | 3,90 |
| Con fertilizante | 2 | 3 | 118,10 | 52,43 | 3,70 |
| Con fertilizante | 2 | 4 | 106,67 | 57,32 | 3,90 |
| Con fertilizante | 4 | 1 | 99,05 | 54,76 | 4,40 |
| Con fertilizante | 4 | 2 | 123,17 | 56,38 | 4,60 |
| Con fertilizante | 4 | 3 | 126,98 | 56,79 | 4,70 |
| Con fertilizante | 4 | 4 | 161,27 | 53,73 | 4,50 |
| Con fertilizante | 6 | 1 | 143,49 | 50,79 | 4,80 |
| Con fertilizante | 6 | 2 | 116,83 | 50,88 | 4,40 |
| Con fertilizante | 6 | 3 | 152,38 | 54,65 | 4,40 |
| Con fertilizante | 6 | 4 | 134,60 | 64,71 | 4,60 |
| Sin fertilizante | 2 | 1 | 92,70 | 61,76 | 4,10 |
| Sin fertilizante | 2 | 2 | 96,51 | 51,69 | 4,30 |
| Sin fertilizante | 2 | 3 | 139,68 | 63,64 | 4,30 |
| Sin fertilizante | 2 | 4 | 82,54 | 55,41 | 4,40 |
| Sin fertilizante | 4 | 1 | 113,02 | 48,57 | 3,90 |
| Sin fertilizante | 4 | 2 | 114,29 | 55,71 | 4,40 |
| Sin fertilizante | 4 | 3 | 125,71 | 55,26 | 4,40 |
| Sin fertilizante | 4 | 4 | 133,33 | 53,85 | 4,30 |
| Sin fertilizante | 6 | 1 | 90,16 | 57,61 | 4,40 |
| Sin fertilizante | 6 | 2 | 82,54 | 50,00 | 3,90 |
| Sin fertilizante | 6 | 3 | 109,21 | 57,47 | 4,00 |
| Sin fertilizante | 6 | 4 | 109,21 | 57,41 | 4,20 |
| | | | 116,46 | 55,42 | 4,29 |

Tabla 44

Datos de campo

| Fertilizante | Estiércol | Bloque | Longitud de vaina (cm) | Rdto en verde (kg ha ⁻¹) | Rdto en seco (kg ha ⁻¹) |
|------------------|-----------|--------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Con fertilizante | 2 | 1 | 12,74 | 8365 | 2210,01 |
| Con fertilizante | 2 | 2 | 12,26 | 8032 | 2349,82 |
| Con fertilizante | 2 | 3 | 12,28 | 8302 | 2343,93 |
| Con fertilizante | 2 | 4 | 12,58 | 8413 | 2222,20 |
| Con fertilizante | 4 | 1 | 12,62 | 7698 | 2129,91 |
| Con fertilizante | 4 | 2 | 12,86 | 9333 | 2620,48 |
| Con fertilizante | 4 | 3 | 13,00 | 9968 | 2820,19 |
| Con fertilizante | 4 | 4 | 12,88 | 12460 | 3418,06 |
| Con fertilizante | 6 | 1 | 13,08 | 12048 | 3081,24 |
| Con fertilizante | 6 | 2 | 12,24 | 8921 | 2358,16 |
| Con fertilizante | 6 | 3 | 12,74 | 12873 | 3284,60 |
| Con fertilizante | 6 | 4 | 13,74 | 11476 | 3122,25 |
| Sin fertilizante | 2 | 1 | 12,82 | 7286 | 2082,85 |
| Sin fertilizante | 2 | 2 | 13,02 | 8127 | 2103,02 |
| Sin fertilizante | 2 | 3 | 12,50 | 10952 | 3210,85 |
| Sin fertilizante | 2 | 4 | 12,98 | 6714 | 1859,53 |
| Sin fertilizante | 4 | 1 | 12,56 | 8651 | 2180,82 |
| Sin fertilizante | 4 | 2 | 12,26 | 8778 | 2440,72 |
| Sin fertilizante | 4 | 3 | 12,90 | 9603 | 2650,31 |
| Sin fertilizante | 4 | 4 | 12,50 | 9571 | 2787,50 |
| Sin fertilizante | 6 | 1 | 12,60 | 6603 | 1888,68 |
| Sin fertilizante | 6 | 2 | 12,56 | 6238 | 1628,30 |
| Sin fertilizante | 6 | 3 | 12,74 | 8095 | 2342,02 |
| Sin fertilizante | 6 | 4 | 13,20 | 9714 | 2552,41 |
| | | | 12,74 | 9092,59 | 2486,99 |

ANÁLISIS DE SUELO



INFORME DE ENSAYO

N° 02059-22/SU/DONOSO

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : OSMAR ORTIZ RUIZ
 Propietario / Productor : OSMAR ORTIZ RUIZ
 Dirección del cliente : -
 Solicitado por : OSMAR ORTIZ RUIZ
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 1
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : Humaya-Huaura-Lima
 Fecha(s) de muestreo : 23/01/2022
 Fecha de recepción de muestra(s) : 25/01/2022
 Lugar de ensayo : LABSAF Donoso
 Fecha(s) de análisis : 25/02/2022 al 25/02/2022
 Cotización del servicio : 007-22-DO
 Fecha de emisión : 25/02/2022

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

| ITEM | | 1 | | | | | |
|--|----------|-------------|----------------|--|--|--|--|
| Código de Laboratorio | | SU018-DO-22 | | | | | |
| Matriz Analizada | | Suelo | | | | | |
| Fecha de Muestreo | | 2022-01-23 | | | | | |
| Hora de Inicio de Muestreo (h) | | 09:00 | | | | | |
| Condición de la muestra | | Conservada | | | | | |
| Código/Identificación de la Muestra por el Cliente | | - | | | | | |
| Ensayo | Unidad | LC | Resultados | | | | |
| pH | unid. pH | -- | 7.15 | | | | |
| Conductividad | mS/m | -- | 7.20 | | | | |
| Materia Orgánica | % | -- | 1.00 | | | | |
| Nitrógeno | % | -- | 0.05 | | | | |
| Fósforo | mg/kg | -- | 9.70 | | | | |
| Potasio | mg/kg | -- | 178.76 | | | | |
| CaCO ₃ | % | -- | 0.00 | | | | |
| Análisis de Textura | | | | | | | |
| Arena | % | -- | 68 | | | | |
| Limo | % | -- | 16 | | | | |
| Arcilla | % | -- | 16 | | | | |
| Clase Textural | --- | -- | Franco arenosa | | | | |