

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



**EFFECTO DEL GUANO DE ISLAS EN LA PRODUCCIÓN DE
VAINITA BAJO CONDICIONES DE LA REGIÓN ANDINA DE
ANCASH**

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

EDUARDO ROGER SÁNCHEZ LOARTE

HUACHO – PERÚ

2022

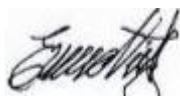
**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DEL GUANO DE ISLAS EN LA PRODUCCIÓN DE
VAINITA BAJO CONDICIONES DE LA REGIÓN ANDINA DE
ANCASH**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado



Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto

Presidente



Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver

Secretario



Mg. Sc. Tabita Abigail Gambini De La Cruz

Vocal



Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas

Asesor

HUACHO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

*A nuestro Creador,
por iluminarme en este largo caminar.*

*A mis padres, hermanos y sobrinos,
por ser ellos mi fuente de inspiración y superación.*

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por la oportunidad de mi superación personal.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, conformado por toda la plana docente, que impartieron sus conocimientos, los que contribuyeron en mi desarrollo personal, ético y profesional.
- A mi asesor de tesis, Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas por su experiencia, su tiempo y aportes en todo el proceso de esta investigación.
- Al jurado evaluador por sus valiosos aportes, sugerencias y recomendaciones
- A todas las personas que formaron parte de mi formación profesional, por los consejos, ánimos, apoyo, su grandiosa amistad y sobre todo su grata compañía en todas las circunstancias.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del Problema	1
1.2.1 Problema General.....	1
1.2.2 Problemas Específicos	1
1.3 Objetivos de la Investigación	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	2
1.5 Delimitación del estudio	2
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes de la investigación	3
2.2 Bases Teóricas.....	4
2.2.1 Del cultivo de la vainita	4
2.2.2 Fuentes orgánicas y el guano de islas	7
2.3 Definiciones de términos básicos	9
2.4 Formulación de Hipótesis.....	10
2.4.1 Hipótesis General.....	10
2.4.2 Hipótesis Específicos.....	10
2.5 Operacionalización de las variables	11
CAPITULO III. METODOLOGÍA	12
3.1. Gestión del experimento	12
3.1.1 Ubicación.....	12
3.1.2 Materiales e insumos	12
3.1.3 Diseño experimental	12
3.1.4 Tratamientos	13
3.1.5 Características del área experimental.....	21
3.1.6 Croquis del experimento	22
3.1.7 Variables evaluadas.....	23
3.1.8 Conducción del experimento.....	24
3.2. Población y muestra.....	24
3.2.1 Población	24
3.2.2 Muestra	24

3.3.	Técnica de recolección de datos	25
3.4.	Técnica para el procesamiento de la información.....	25
CAPITULO IV. RESULTADOS.....		26
4.1.	Altura de planta (cm).....	26
4.2.	Número de ramas por planta	27
4.3.	Número de vainas por planta	28
4.4.	Peso fresco por planta (g)	29
4.5.	Longitud de vaina (cm).....	30
4.6.	Ancho de vaina (cm)	31
4.7.	Peso de vainas por planta (kg)	32
4.8.	Primera cosecha de vainas (kg ha ⁻¹)	33
4.9.	Segunda cosecha de vainas (kg ha ⁻¹).....	34
4.10.	Tercera cosecha de vainas (kg ha ⁻¹).....	35
4.11.	Rendimiento de vainas (kg ha ⁻¹)	36
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		37
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		38
REFERENCIAS.....		39
ANEXOS.....		42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Operacionalización de las variables</i>	12
Tabla 2	<i>Análisis de la varianza</i>	12
Tabla 3	<i>Tratamientos</i>	12
Tabla 4	<i>Análisis de varianza para altura de planta (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	26
Tabla 5	<i>Prueba de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	26
Tabla 6	<i>Análisis de varianza para número de ramas en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	27
Tabla 7	<i>Prueba de Scott-Knott al 5% para número de ramas en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	27
Tabla 8	<i>Análisis de varianza para número de vainas por planta en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	28
Tabla 9	<i>Prueba de Scott-Knott al 5% para número de vainas por planta en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	28
Tabla 10	<i>Análisis de varianza para peso fresco por planta (g) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	29
Tabla 11	<i>Prueba de Scott-Knott al 5% para peso fresco por planta (g) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	29
Tabla 12	<i>Análisis de varianza para longitud de vaina (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	30
Tabla 13	<i>Prueba de Scott-Knott al 5% para longitud de vaina (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	30
Tabla 14	<i>Análisis de varianza para ancho de vaina (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	31
Tabla 15	<i>Prueba de Scott-Knott al 5% para ancho de vaina (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	31
Tabla 16	<i>Análisis de varianza para peso de vainas por planta (kg) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	32
Tabla 17	<i>Prueba de Scott-Knott al 5% para peso de vainas por planta (kg) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	32
Tabla 18	<i>Análisis de varianza para primera cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la</i>	

<i>producción de vainita-Ancash</i>	33
Tabla 19 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para primera cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	33
Tabla 20 <i>Análisis de varianza para segunda cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	34
Tabla 21 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para segunda cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	34
Tabla 22 <i>Análisis de varianza para tercera cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	35
Tabla 23 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para tercera cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	35
Tabla 24 <i>Análisis de varianza para rendimiento (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	36
Tabla 25 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para rendimiento (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”</i>	36
Tabla 26 <i>Datos de campo</i>	42

Resumen

Objetivos: evaluar el efecto del guano de islas en la producción de vainita bajo condiciones de la región andina de Ancash. **Metodología:** La investigación se llevó a cabo en el distrito de San Marcos, Huari, Ancash, durante los meses de diciembre del 2021 a marzo del 2022. Se implementó el diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos a base de guano de islas, fueron: T1: 0,0 t ha⁻¹; T2: 1,0 t ha⁻¹; T3: 2,0 t ha⁻¹; T4: 3,0 t ha⁻¹; T5: 4,0 t ha⁻¹; y T6: 5,0 t ha⁻¹. Se evaluaron altura de planta, número de ramas por planta, número de vainas por planta, peso fresco de la planta, longitud y ancho de vaina, peso de vainas por planta y rendimiento. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Scott-Knott al 5%. **Resultados:** Para el conjunto de variables evaluadas se observa que los tratamientos T5 y T6 superaron significativamente a los demás tratamientos. Le sigue en importancia el tratamiento T4, T3 y T2. **Conclusiones:** se concluye que conforme se aumenta la cantidad aplicada de guano de islas se mejoran las respuestas de las plantas, en sus características evaluadas.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, longitud de vaina, ancho de vaina.

Abstract

Objectives: to evaluate the effect of guano from islands on bean production under conditions in the Andean region of Ancash. **Methodology:** The research was carried out in the district of San Marcos, Huari, Ancash, during the months of December 2021 to March 2022. The randomized complete block experimental design with six treatments and four repetitions was implemented. The treatments based on guano from the islands were: T1: 0.0 t ha⁻¹; T2: 1.0 t ha⁻¹; T3: 2.0 t ha⁻¹; T4: 3.0 t ha⁻¹; T5: 4.0 t ha⁻¹; and T6: 5.0 t ha⁻¹. Plant height, number of branches per plant, number of pods per plant, fresh weight of the plant, length and width of pod, weight of pods per plant and yield were evaluated. For the comparison of means, the Scott-Knott test at 5% was used. **Results:** For the set of variables evaluated, it is observed that treatments T5 and T6 significantly outperformed the other treatments. Next in importance is treatment T4, T3 and T2. **Conclusions:** it is concluded that as the amount of guano applied from the islands increases, the responses of the plants improve, in their evaluated characteristics.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, pod length, pod width.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La producción y el consumo de leguminosas en estado verde se constituyen en la base la alimentación y de negocio en los pequeños productores de las zonas altoandinas del país. Además, entiéndase que estos productos son fuente principal de energía y proteínas en las familias de bajos recursos económicos.

Uno de los problemas principales en la actualidad y que afecta directamente a los pequeños productores del país es el alto costo de los fertilizantes sintéticos, que pueden hacer inviable esta actividad si no se encuentran alternativas.

En ese sentido la búsqueda de soluciones resulta ser relevante, y el uso del guano de islas se convierte en una alternativa viable, toda vez que el país dispone de dicho producto en su litoral, la cual puede ser trasladado a las regiones andinas, para su uso. Sin embargo, es necesario indicar que este es un recurso que requiere de un manejo adecuado y uso racional, ya que puede desaparecer en poco tiempo lo que tardó mucho tiempo en formarse (Ceroni, 2012).

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el efecto del guano de islas en la producción de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el efecto del guano de islas en las características morfológicas del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash?
- b) ¿Cuál es el efecto del guano de islas en las características productivas y de rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del guano de islas en la producción de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar el efecto del guano de islas en las características morfológicas del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash.
- b) Evaluar el efecto del guano de islas en las características productivas y de rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash.

1.4 Justificación de la investigación

Esta investigación es muy beneficioso, dado que este cultivo es practicado por los agricultores de la región altoandina. Los resultados de esta investigación, se convierten 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 centro poblado de San Miguel de Opayaco, distrito de San Marcos, provincia de Huari, región Ancash, geográficamente ubicado a 2900 msnm, durante los meses de diciembre de 2021 a marzo de 2022.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Pareja (2011) evaluando cuatro niveles de aplicación de guano de islas en el cultivo de frijol caraota, en condiciones de Ayacucho, encontró que por cada 250 kg de incremento en la aplicación del guano de islas se producía un incremento de 991 kg ha⁻¹; con la aplicación de 1 t ha⁻¹ de guano de islas obtuvo un rendimiento de 3,01 t ha⁻¹.

Carrillo (2018) evaluando las mezclas de abonos sintéticos y guano de islas en el cultivo de vainita y bajo condiciones de Marcará, región de Ancash, encontró que la aplicación de 60-80-60 de N-P-K en mezcla con 2 t ha⁻¹ de guano de islas favoreció a la obtención de una vaina con mejores características y en consecuencia a un mayor rendimiento, siendo superior significativamente a los otros tratamientos.

Evaristo (2020) evaluando diferentes niveles de aplicación de guano de islas (2 645, 3 968 y 5 291 kg ha⁻¹) en el cultivo de arveja, bajo condiciones de Panao, región de Huánuco, encontró que el nivel de aplicación de 5 291 kg ha⁻¹ favoreció a una mayor formación de vainas por planta, peso de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento, siendo superior significativamente a los otros niveles de aplicación.

Trujillo (2020) evaluando diferentes fuentes orgánicas en el cultivo de la papa, evidenció que dosis superiores a 5 t ha⁻¹ de aplicación del guano de islas afectaba el rendimiento, debido al alto contenido de sales presentes en dicho material. Además, indicó que, a pesar del daño presentado, produjo el mayor rendimiento en comparación a las dosis de 10 y 15 t ha⁻¹.

Laurencio (2021) evaluando diferentes niveles de aplicación de guano de islas (1 583, 2 374 y 3 165 kg ha⁻¹) en el cultivo de frijol canario, bajo condiciones de Umari, región Huánuco, encontró que el nivel de aplicación de 3 165 kg ha⁻¹ promovió una mayor formación de vainas por planta, peso de 100 granos y rendimiento, siendo superior significativamente a los otros niveles de aplicación.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Del cultivo de la vainita

2.2.1.1 Origen de la vainita

Según Camarena et al. (2012) el frijol vainita, perteneciente a la especie *Phaseolus vulgaris* L. es originario del sur de México, Guatemala, Honduras y Costa Rica; y que a partir del año 1492 se extendieron a los estados norte y suroeste de los Estados Unidos y posteriormente, hacia el este de Florida a Virginia. Indican además que, los agricultores de los Estados Unidos comenzaron a mejorarla a partir del año 1890 debido a que este tipo de vainas no presentaba fibras.

2.2.1.2 Taxonomía

Camarena et al. (2012) presenta la siguiente taxonomía para la vainita:

Reino	: Vegetal
Orden	: Rosales
Familia	: Fabaceae
Género	: Phaseolus
Especie	: vulgaris L.

2.2.1.3 Morfología de la vainita

Toledo (2003) y Camarena et al. (2012) refieren que la morfología de la vainita se caracteriza por lo siguiente:

a) Raíz

Presenta un sistema radicular bastante superficial, encontrándose el 80 % de la masa de raíces en los primeros 20 cm de suelo. En los inicios de su crecimiento el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la que posteriormente se convierte en la raíz principal o primaria; y pocos días después aparecen las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior de la raíz principal, para luego aparecer las raíces terciarias y otras subdivisiones. El sistema radicular tiende a ser fasciculado y fibroso

algunas veces, con una amplia variación, incluso dentro de una misma variedad. Presenta nódulos formados por las bacterias del género *Rhizobium*, las que fijan el nitrógeno atmosférico.

b) Tallo

El tallo principal es de tipo herbáceo y presenta de ocho a 20 nudos o yemas, dependiendo del cultivar y del tamaño que alcance. Esta puede ser identificado como el eje principal sobre el cual se insertan las hojas principales y los diversos complejos axilares. Está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Un nudo es el punto de inserción en el tallo de una hoja (o de los cotiledones). En las yemas axilares, ubicadas entre las hojas y el tallo principal, se encuentran presentes otros órganos como las hojas, las ramas, las flores y las vainas. La cantidad de ramas y su contribución al rendimiento depende del cultivar. El tallo es herbáceo y de sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis, tiene generalmente un diámetro más grande que las ramas laterales. Puede ser erecto, semiprostrado o prostrado, de acuerdo al hábito de crecimiento de la variedad; pero en general, el tallo tiende a ser vertical ya sea que el frijol vainita crezca solo o con algún tipo de soporte (p.20).

c) Hojas

Las hojas de la vainita son de dos tipos: simples y compuestas. Las hojas simples, son sólo dos que constituyen las hojas primarias y que están insertadas en forma opuesta en el segundo nudo del tallo principal; se forman en la semilla y caen antes de que la planta complete su desarrollo. Las hojas típicas de la vainita son compuestas trifolioladas, el tamaño y disposición de las hojas varía con el cultivar. Las hojas de la vainita cuando son pequeñas y bien espaciadas aprovechan más eficientemente la luz que las hojas grandes y muy juntas que dan lugar a un excesivo sombreamiento (p.20).

d) La flor

La flor es de simetría bilateral y con un pedicelo glabro o subglabro con pelos uncinulados, y en su base una pequeña bráctea pedicular, el cáliz es gamosépalo,

campanulado, con cinco dientes triangulares dispuestos, como labios, dos en la parte alta completamente soldados y tres más visibles en la parte baja. En la base del cáliz hay dos bractéolas verdes, ovoides y multinervias, que persisten hasta poco después de la floración. La corola es pentámera y papilionácea y con tres pétalos no soldados. En ella se pueden distinguir, el estandarte que es glabro, simétrico, con un apéndice ancho y difuso en la cara interna, dos alas y la quilla de forma de espiral muy cerrada, es asimétrica y está formada por dos pétalos completamente unidos. La quilla envuelve completamente el androceo y el gineceo (p.21).

La morfología floral de *Phaseolus vulgaris* L., favorece el mecanismo de autopolinización. En efecto, las anteras están al mismo nivel que el estigma, y además ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce la dehiscencia de las anteras (anthesis), el polen cae directamente sobre el estigma. La inflorescencia, es un racimo de racimos; es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de yemas. Teóricamente, se puede esperar más de dos o tres inserciones florales por racimo y más de dos vainas por cada inserción. El desarrollo completo de esta estructura está limitado por procesos fisiológicos (p.21).

e) Fruto

El fruto es del tipo vaina, en distintos tamaños, formas y colores. Está conformado por dos valvas, las suturas dorsal y ventral, el ápice con el diente apical, y la semilla. Las formas de la vaina pueden ser, rectas, curvadas y ligeramente curvadas; la terminación del ápice de la vaina, a su vez, puede ser curva o recta y la forma de la vaina en sección transversal, puede ser aplanada o redondeada (p.21).

2.2.1.4 Factores ambientales que afectan la producción

Según Toledo (2003) los siguientes factores afectan a la producción de vainita:

a) Temperatura:

La vainita es un cultivo de verano y que para su buen desarrollo requiere de temperaturas entre 18 y 29°C. Temperaturas elevadas ocasionan caídas de flores y frutos; y temperaturas

menores, retardan el desarrollo del cultivo. Es un cultivo que no tolera heladas.

b) Luz

La vainita es una planta de fotoperiodo neutro. Para la obtención de altos rendimientos requiere de condiciones de baja luminosidad, como las que presenta la costa central.

c) Suelo

Se desarrolla en cualquier tipo de suelo, pero prefiere suelos de textura franca, de buen drenaje y con alto contenido de materia orgánica. Con respecto al pH, requiere desde 5,5 hasta 6,5. En lo referente a las sales del suelo, valores por encima de 1,5 de CE afectan la producción de este cultivo.

d) Agua

Requiere de agua disponible en el suelo, pues la elevación de la conductividad eléctrica puede afectar al cultivo. Asimismo, la presencia de boro en cantidades superiores a 0,50 ppm produce toxicidad.

2.2.2 Fuentes orgánicas y el guano de islas

2.2.2.1 Las fuentes orgánicas

Las fuentes orgánicas, constituidos por los desechos de origen animal, vegetal o mixto, son añadidos al suelo con la finalidad mejorar sus características físicas, biológicas y químicas (Ribó, 2004; Barreros, 2017). Asimismo, según Labrador (2012), 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.

Los beneficios que le ofrece la materia orgánica al suelo, según Ferreira et al. (2007), son las siguientes:

Químicas:

- Poder tampón: aumenta el poder tampón y regula aumentando o disminuyendo el pH del suelo, dependiendo de la predominancia de los procesos que consumen o liberan H⁺.
- CIC: Incrementa la CIC del suelo al proporcionar partículas de tamaño coloidal con carga negativa que le permite retener e intercambiar cationes. Su CIC es superior a la de las arcillas
- Complejamiento de metales: Hace posible la formación de complejos órgano metálicos, estabilizando así a los micronutrientes del suelo. Así también retiene elementos tóxicos.
- Fuente de nutrientes: Es fuente de reservas de nutrientes para las plantas.

Físicas:

- Agregación: Influye en la formación de agregados de las partículas del suelo en forma más estable, mejorando la estructura del suelo y facilitando las labores de la misma. Asimismo, permite la fácil penetración de las raíces.
- Retención de agua: Aumenta la capacidad de retención de agua del suelo. Puede retener hasta 20 veces su peso en agua. Así también reduce la pérdida de agua por evaporación (Sánchez et al., 2012). Mejora la permeabilidad del suelo (Labrador, 2003).
- Aireación: El suelo se vuelve más esponjoso y eso incrementa su porosidad, mejorando así la aireación y el flujo del agua en el suelo.
- Temperatura del suelo: Regula la temperatura del suelo, evitando los cambios bruscos de temperatura (Sánchez et al., 2012; Labrador, 2003).

Biológicas

- Reserva metabólica de energía: Es una fuente de energía para los micro-organismos del suelo, que participan en la descomposición de ella, para luego proveer de nutrientes a las plantas.
- Sobre la rizósfera: Favorece la simbiosis micorrizas y rizobium, porque debido a la porosidad se mejora el intercambio de gases en la zona radicular. Regula el estado de óxido reducción del medio (Labrador, 2012).
- Compartimentos y descomposición de nutrientes en forma orgánica: N, P y S.

- Vida microbiana: Regula las poblaciones de macro y microorganismos.

2.2.2.2 El guano de islas

El Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI) (2018) define al guano de islas como la acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan en islas y puntas del litoral peruano. Menciona también que, entre las principales aves marinas que aportan este excelente abono orgánico sobresalen las siguientes especies: el Guanay (*Phalacrocorax bouganivillii* Lesson), Piquero (*Sula variegata tshudi*) y el Pelicano (*Pelecanus thagus*).

El guano de islas, según el MIDAGRI (2018), se caracteriza por contener una rica flora microbiana benéfica, conformada por hongos y bacterias principalmente, que se constituyen en millones de laboratorios biológicos que, mediante el metabolismo de la materia orgánica y por acción de sus enzimas realizan reacciones de oxidación, transformando los compuestos orgánicos complejos (proteínas, vitaminas, hidratos de carbono) en sustancias simples inorgánicas disponibles para las plantas, como es el nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico, sulfato, calcio, magnesio y potasio. Este proceso bioquímico conocido como “mineralización de la materia orgánica” favorece la disponibilidad de los nutrientes que las plantas luego la toman por sus raíces. En forma paralela a dicho proceso se realiza el “proceso de humificación”, que genera sustancias húmicas, que son coloides orgánicos de color negro que cumple funciones similares a las arcillas, adsorbiendo mediante cargas eléctricas elementos con carga eléctrica mayormente positiva, como calcio, magnesio, potasio, sodio y otros; también absorbe y acumula agua, que será utilizado por las plantas.

2.3 Definiciones de términos básicos

Análisis de varianza: es un método estadístico que permite comparar las medias de tres o más grupos poblacionales, ver si los resultados de una prueba son significativos, es decir, permiten determinar si es necesario rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alternativa.

Muestreo: Técnica estadística mediante el cual se investiga las características de una población a través de la selección de una muestra representativa, con cuyos resultados se infiere a toda la población.

Producto orgánico. son productos vegetales, animales o sus derivados, que se producen y elaboran con sustancias naturales. En este tipo de producción no se emplea plaguicidas ni fertilizantes de síntesis química. Están libres de hormonas, antibióticos, residuos de metales pesados, sin uso de colorantes y saborizantes artificiales, así como de Organismos genéticamente Modificados (OGM).

Rendimiento: es un índice que se obtiene al dividir el volumen de producción obtenido entre la superficie cosechada correspondiente.

Producción: comprende el volumen total obtenido de producto primario al cosechar una determinada área.

Parcela: es todo terreno de la unidad agropecuaria, ubicado dentro de un mismo distrito, que no mantiene continuidad territorial con el resto de terrenos o tierras de la unidad agropecuaria. Es decir, cuando los terrenos de la unidad agropecuaria están separados por tierras o aguas que no pertenecen a la misma unidad agropecuaria, cada una de estas fracciones de terreno toma la denominación de parcela.

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

La aplicación del guano de islas no produce efectos significativos en la producción de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash.

2.4.2 Hipótesis Específicos

- a) La aplicación del guano de islas no produce efectos significativos en las características morfológicas del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash.
- b) La aplicación del guano de islas no produce efectos significativos en las características productivas y de rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la región andina de Ancash.

2.5 Operacionalización de las variables

La construcción de la operacionalización de las variables siguió el formato establecido por Espinoza (2019).

Tabla 1
Operacionalización de las variables

Concepto	Dimensión	Variables	Indicadores
Producción de vainita	Características morfológicas	Altura de planta	cm
		Número de ramas por planta	unidades
		Peso fresco de la planta	g
	Características de vainas	Longitud de la vaina	cm
		Ancho de vaina	cm
	Características de rendimiento	Número de Vainas por planta	unidades
		Peso de vainas por planta	kg
		Primera cosecha	kg ha ⁻¹
		Segunda cosecha	kg ha ⁻¹
		Tercera cosecha	kg ha ⁻¹
	Rendimiento de vainas	kg ha ⁻¹	

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación experimental se llevó a cabo en la propiedad de un agricultor familiar en el Centro Poblado de San Miguel de Opayaco, distrito de San Marcos, provincia de Huari, región Ancash, geográficamente ubicado a 2960 msnm y está en las coordenadas 9°29'18.9" LS 77°08'38,7" LW durante los meses de diciembre de 2021 a marzo de 2022.

3.1.2 Materiales e insumos

Se utilizaron los siguientes materiales e insumos:

a) Materiales:

- Wincha
- Estacas de eucalipto
- Cal
- Bomba de fumigar
- Racuana
- Lápiz
- Laptop
- Balanza de precisión, etc.

b) Insumos:

- Semilla comercial de vainita variedad Jade.
- Guano de islas
- Plaguicidas

3.1.3 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue el diseño en bloques completos al azar (DBCA) y estuvo constituido de seis tratamientos y cuatro repeticiones. Para el análisis de varianza (Tabla 1) se utilizó la prueba F; y para la comparación de medias, de Scott-Knott al 5 %.

Tabla 2
Análisis de la varianza

Fuente de variabilidad	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.
Bloques	3	SCB	CMB	CMB/CMEr
Tratamientos	5	SCTr	CMTr	CMTr/CMEr
Error	15	SCEr	CMEr	
Total	23	SCTo		

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tabla 3
Tratamientos

Clave	Tratamiento
T1	0,0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T2	1,0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T3	2,0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T4	3,0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T5	4,0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T6	5,0 t ha ⁻¹ de guano de islas

3.1.5 Características del área experimental

Características de la unidad experimental (UE)

Ancho	: 2,80 m
Largo	: 4,20 m
Numero de surcos	: 04
Distancia entre surcos	: 0,70
Distancia entre golpes de siembra	: 0,30 m
Número de semillas por golpe	: 4
Número de golpes por surco	: 14
Número de semillas por surco	: 56
Número de semillas por UE	: 224
Área de la UE	: 11,20 m ²

Características del Bloque

Largo	: 16,80 m
Ancho	: 4,00 m
Numero de surcos	: 24
Área del Bloque	: 67,20 m ²
Número de Bloques	: 4
Separación entre bloques	: 01 m

Área neta del experimento : 268,80 m²

3.1.6 Croquis del experimento

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

Leyenda

T1: 0,0 t.ha⁻¹GI

T2: 1,0 t.ha⁻¹GI

T3: 2,0 t.ha⁻¹GI

T4: 3,0 t.ha⁻¹GI

T5: 4,0 t.ha⁻¹GI

T6: 5,0 t.ha⁻¹GI

GI: Guano de islas

3.1.7 Variables evaluadas

- a) Para la evaluación de las siguientes variables se eligieron al azar 10 plantas de los dos surcos centrales:
- 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.
 - Número de ramas por planta: Se contabilizó el número de ramas por planta. Se expresó en unidades.
 - Número de Vainas por planta: Se contabilizó el número de vainas por planta, para poder determinar cuántas vainas produce en total cada planta en la cosecha. Se expresó en unidades.
 - Peso fresco de la planta: Se pesó la planta con la ayuda de una balanza de precisión de 0,1 g. El resultado se expresó en g.
- b) Para las características de vainas se eligieron al azar 10 vainas de los dos surcos centrales. En ellas se midieron las siguientes variables:
- Longitud de la vaina: Se midió desde la base hasta el ápice de la vaina. Se utilizó una cinta métrica y se expresó en cm.
 - Ancho de vaina: Se midió en la parte central de la vaina con una cinta métrica. Se expresará en cm.
 - Peso de vainas por planta: Se pesaron las vainas y el resultado se expresó en kg.
- c) Para el rendimiento de vainas, se sumaron las cosechas parciales. El resultado se expresó en kg ha^{-1} .

3.1.8 Conducción del experimento

Preparación del terreno

Se procedió a preparar el terreno previo riego de machaco, y cuando el terreno ya estuvo a punto, con la ayuda de una yunta se removió el terreno, se desterronó y posteriormente se trazaron los surcos a cada 0,70 m

Siembra

A cada 0,30 m se colocaron 5 semillas a una profundidad de 2 a 3 veces su tamaño (2 cm aprox). Dos semanas 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. En total fueron ocho riegos.

Aplicación del guano de islas

La aplicación del guano de islas se efectuó durante la siembra, colocándose a cada 0,30 m y en las cantidades establecidas para cada tratamiento.

Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual.

3.2. Población y muestra

3.2.1 Población

La población estuvo constituida por 4 032 plantas de frijol vainita.

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 10 plantas de frijol vainita, las que se tomaron de forma aleatoria por cada unidad experimental.

3.3. Técnica de recolección de datos

Se utilizaron plantillas que permitieron el fácil recojo de información. Ver anexos.

3.4. Técnica para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico Infostat versión estudiantil.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta (cm)

En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta de la vainita. Existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, pero no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 7,38% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 4

Análisis de varianza para altura de planta (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	7484,98	5	1497	76,75 **	<0,0001
Bloque	69,46	3	23,15	1,19 ns	0,3481
Error	292,58	15	19,51		
Total	7847,02	23			

CV (%)=7,38
Promedio general=59,84

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

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 5, las mayores alturas de planta se obtuvieron con las aplicaciones de 3, 4 y 5 t ha⁻¹ del guano de islas, no encontrándose diferencias significativas entre ellas. Las menores alturas fueron obtenidas en el testigo y con la aplicación de 1 t ha⁻¹ del guano de islas.

Tabla 5

Prueba de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	Altura de planta (cm)	
5	77,03	A
4	75,35	A
3	71,30	A
2	64,28	B
1	37,03	C
0 (testigo)	34,08	C

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

4.2. Número de ramas por planta

En la Tabla 6 se presenta el análisis de varianza para número de ramas por planta. Según ese análisis, solo existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, mas no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 5,49% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 6

Análisis de varianza para número de ramas en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	1,03	5	0,21	3,26 *	0,0343
Bloque	0,21	3	0,07	1,11 ns	0,3778
Error	0,95	15	0,06		
Total	2,19	23			

CV (%)=5,49
Promedio general=4,58

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

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 7, mayor número de ramas por planta se obtuvieron en el testigo y en la aplicación de 1 t ha⁻¹ del guano de islas, no encontrándose diferencias significativas entre ellas. Los demás tratamientos presentaron menor número de ramas y no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 7

Prueba de Scott-Knott al 5% para número de ramas en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	Número de ramas	
1	4,90	A
0 (testigo)	4,83	A
5	4,53	B
2	4,48	B
3	4,45	B
4	4,33	B

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

4.3. Número de vainas por planta

En la Tabla 8 se presenta el análisis de varianza para número de vainas por planta. Según ese análisis, solo existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, mas no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 5,52% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 8

Análisis de varianza para número de vainas por planta en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	586,83	5	117,37	72,57 **	<0,0001
Bloque	3,24	3	1,08	0,67 ns	0,5842
Error	24,26	15	1,62		
Total	614,34	23			

CV (%)=5,52
Promedio general=23,04

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

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 9, mayor número de vainas por planta se produjeron con las aplicaciones de 2, 3, 4 y 5 t ha⁻¹ del guano de islas, no encontrándose diferencias significativas entre ellas. Los tratamientos testigo y 1 t ha⁻¹ presentaron menor número de vainas por planta y no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 9

Prueba de Scott-Knott al 5% para número de ramas en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	Número de vainas por planta	
5	27,43	A
4	27,08	A
3	26,30	A
2	25,13	A
1	16,95	B
0 (testigo)	15,35	B

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

4.4. Peso fresco por planta (g)

En la Tabla 10 se presenta el análisis de varianza para peso fresco por planta. Según ese análisis, solo existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, mas no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8,75% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 10

Análisis de varianza para peso fresco por planta (g) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	32759,14	5	6551,83	114,69 **	<0,0001
Bloque	157,82	3	52,61	0,92 ns	0,4545
Error	856,91	15	57,13		
Total	33773,88	23			

CV (%)=8,75
Promedio general=86,34

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

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 11, el mayor peso fresco por planta se produjo con la aplicación de 5 t ha⁻¹ del guano de islas. Le siguieron en importancia las aplicaciones de 3 y 4 t ha⁻¹, no encontrándose diferencias significativas entre ellas. Los tratamientos testigo y 1 t ha⁻¹ presentaron menor peso por planta y no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 11

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso fresco por planta en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	Peso fresco por planta (g)			
5	138,85	A		
4	118,13		B	
3	107,30		B	
2	64,98			C
1	46,18			D
0 (testigo)	42,60			D

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

4.5. Longitud de vaina (cm)

En la Tabla 12 se presenta el análisis de varianza para longitud de vaina. Según ese análisis, solo existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, mas no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 5,46% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 12

Análisis de varianza para longitud de vaina (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	65,99	5	13,2	19,45 **	<0,0001
Bloque	1,13	3	0,38	0,56 ns	0,6518
Error	10,18	15	0,68		
Total	77,31	23			

CV (%)=5,46
Promedio general=15,08

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

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 13, las mayores longitudes de vaina se produjeron con la aplicación de 3, 4 y 5 t ha⁻¹ del guano de islas. Los tratamientos testigo y 1 t ha⁻¹ presentaron menores longitudes de vaina y no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 13

Prueba de Scott-Knott al 5% para longitud de vaina (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	Longitud de vaina (cm)	
5	17,15	A
3	16,35	A
4	16,33	A
2	14,69	B
1	13,19	C
0 (testigo)	12,78	C

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

4.6. Ancho de vaina (cm)

En la Tabla 14 se presenta el análisis de varianza para ancho de vaina. Según ese análisis, solo existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, mas no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 4,75% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 14

Análisis de varianza para ancho de vaina (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	0,66	5	0,13	34,22 **	<0,0001
Bloque	0,02	3	0,01	2,16 ns	0,1348
Error	0,06	15	0,003		
Total	0,74	23			

CV (%)=4,75
Promedio general=1,31

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

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 15, los mayores valores para ancho de vaina se produjeron con la aplicación de 3, 4 y 5 t ha⁻¹ del guano de islas. Los tratamientos testigo y 1 t ha⁻¹ presentaron menores valores para ancho de vaina y no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 15

Prueba de Scott-Knott al 5% para ancho de vaina (cm) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	Ancho de vaina (cm)	
4	1,49	A
5	1,44	A
3	1,44	A
2	1,31	B
1	1,13	C
0 (testigo)	1,05	C

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

4.7. Peso de vainas por planta (kg)

En la Tabla 16 se presenta el análisis de varianza para peso de vainas por planta. Según ese análisis, existen diferencias significativas tanto entre los diferentes tratamientos como entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 9,08% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 16

Análisis de varianza para peso de vainas por planta (kg) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	0,04	5	0,01	18,54 **	<0,0001
Bloque	0,01	3	1,70E-03	3,54 *	0,0406
Error	0,01	15	4,80E-04		
Total	0,06	23			

CV (%)=9,08
Promedio general=0,242

*: significativo al 0,05 de probabilidad; **: significativo al 0,01 de probabilidad

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 17, los mayores valores para peso de vainas por planta se produjeron con la aplicación de 3, 4 y 5 t ha⁻¹ del guano de islas. Los tratamientos testigo, 1 y 2 t ha⁻¹ presentaron menores valores para esta variable y no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 17

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso de vainas por planta (kg) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	Peso de vainas por planta (kg)	
5	0,31	A
4	0,28	A
3	0,25	A
2	0,23	B
1	0,21	B
0 (testigo)	0,18	B

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

4.8. Primera cosecha de vainas (kg ha⁻¹)

En la Tabla 18 se presenta el análisis de varianza para primera cosecha de vainas. Según ese análisis, existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, pero no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8,47% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 18

Análisis de varianza para primera cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	2391835,97	5	478367,19	7,58 **	0,001
Bloque	53209,79	3	17736,6	0,28 ns	0,8382
Error	946338,3	15	63089,22		
Total	3391384,06	23			

CV (%)=8,47
Promedio general=2 964,96

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

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 19, todos los tratamientos que recibieron la aplicación del guano de islas superaron significativamente al testigo, y fueron similares entre sí.

Tabla 19

Prueba de Scott-Knott al 5% para primera cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Tratamiento	kg ha ⁻¹	
3	3294,65	A
5	3280,80	A
4	3071,43	A
1	2910,71	A
2	2872,77	A
0 (testigo)	2359,38	B

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

4.9. Segunda cosecha de vainas (kg ha⁻¹)

En la Tabla 20 se presenta el análisis de varianza para la segunda cosecha de vainas. Según ese análisis, existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, mas no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 7,39% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 20

Análisis de varianza para segunda cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	2400618,88	5	480123,78	4,9 **	0,0074
Bloque	643730,68	3	214576,89	2,19 ns	0,1316
Error	1469453,55	15	97963,57		
Total	4513803,10	23			

CV (%)=7,39
Promedio general=4 235,12

ns: no significativo

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 21, las aplicaciones de 4 y 5 t ha⁻¹ del guano de islas, superaron significativamente a los demás tratamientos. Los tratamientos testigo, 1, 2 y 3 t ha⁻¹ presentaron valores similares para esta variable y no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 21

Prueba de Scott-Knott al 5% para segunda cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	kg ha ⁻¹	
5	4843,75	A
4	4430,80	A
3	4160,71	B
2	4029,02	B
1	4029,02	B
0 (testigo)	3917,41	B

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

4.10. Tercera cosecha de vainas (kg ha⁻¹)

En la Tabla 22 se presenta el análisis de varianza para la tercera cosecha de vainas. Según ese análisis, existen diferencias significativas tanto entre los diferentes tratamientos como entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 24,13% considerado como alto para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 22

Análisis de varianza para tercera cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	10006971,79	5	2001394,36	23,29 **	<0,0001
Bloque	1449153,67	3	483051,22	5,62 **	0,0087
Error	1289068,36	15	85937,89		
Total	12745193,83	23			

CV (%)=24,13

Promedio general=1 215, 10

** : significativo al 0,01

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 23, las aplicaciones de 4 y 5 t ha⁻¹ del guano de islas, superaron significativamente a los demás tratamientos. Los tratamientos 1, 2 y 3 t ha⁻¹ presentaron valores similares para esta variable y no hubo diferencias significativas entre ellas. Todos los tratamientos fueron superiores significativamente al testigo.

Tabla 23

Prueba de Scott-Knott al 5% para tercera cosecha (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)		kg ha ⁻¹	
5	1953,13	A	
4	1837,05	A	
2	1377,23		B
3	1162,5		B
1	960,72		B
0 (testigo)	0		C

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

4.11. Rendimiento de vainas (kg ha⁻¹)

En la Tabla 24 se presenta el análisis de varianza para rendimiento de vainas. Según ese análisis, existen diferencias significativas tanto entre los diferentes tratamientos como entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 4,30% considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 2009).

Tabla 24

Análisis de varianza para rendimiento (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	p-valor
Tratamiento	34060722,69	5	6812144,54	52,02 **	<0,0001
Bloque	2873882,29	3	957960,76	7,32 **	0,003
Error	1964208,66	15	130947,24		
Total	38898813,65	23			

CV (%)=4,30

Promedio general=8 415,18

** : significativo al 0,01

De acuerdo a la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 25, la aplicación de 5 t ha⁻¹ del guano de islas, superó significativamente a los demás tratamientos, al obtener el mayor valor de rendimiento. El segundo lugar le correspondió a la aplicación de 4 t ha⁻¹. El tercer lugar fue ocupado por las aplicaciones de 1, 2 y 3 t ha⁻¹. Todos los tratamientos fueron superiores significativamente al testigo.

Tabla 25

Prueba de Scott-Knott al 5% para rendimiento (kg ha⁻¹) en “Guano de islas y la producción de vainita-Ancash”

Guano de islas (t ha ⁻¹)	kg ha ⁻¹		
5	10077,68	A	
4	9339,29		B
3	8617,86		C
2	8279,02		C
1	7900,45		C
0 (testigo)	6276,79		D

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

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Luego de presentado los resultados se hacen las siguientes discusiones:

Altura de planta: Los resultados obtenidos para esta característica muestran que el aumento de la cantidad aplicada del guano de islas favorece el crecimiento de la planta. Esto se explica porque al aumentar la cantidad del guano también se incrementa la disponibilidad de los nutrientes, principalmente del nitrógeno, que es un elemento que participa directamente de la formación de la clorofila y en consecuencia, un aumento en la actividad fotosintética de la planta, tal como lo refiere Taiz et al. (2017).

Ramas por planta: Fernández et al. (1986) refieren que el número de ramas por planta es dependiente del genotipo y de las condiciones del cultivo principalmente, tal como se ha evidenciado en esta investigación, pues el aumento en altura de planta ha incidido en una menor producción de ramas.

Número de vainas por planta, peso fresco por planta, longitud y ancho de vaina: El incremento en la aplicación del guano de islas favoreció a la obtención mayores valores para estas características, y esto es explicable porque según Taiz et al. (2017), tanto el nitrógeno como el fósforo son macronutrientes que promueven la formación de una serie de compuestos orgánicos que influyen directamente en las respuestas de las plantas; en ese sentido, un mayor abastecimiento de estos nutrientes promueve la formación de mayor clorofila y hormonas relacionadas a la inducción de una mayor floración y cuajado de frutos y la nutrición de las mismas, tal como lo menciona Peña et al. (2015).

Peso de vainas y rendimiento de vainas: Se observa que existe un marcado efecto del guano de islas en la producción de vainas del cultivo de la vainita. Así, a mayor aplicación del guano de islas mayor producción de vainas. Resultado similar fue observado por Pareja (2011) en el cultivo de frijol caraota al encontrar mayor producción de vainas con el incremento en la aplicación del guano de islas. Por otra parte, el MIDAGRI (2018) refiere que el guano de islas no solo provee de macronutrientes, sino también de micronutrientes que favorecen el adecuado desempeño de las plantas, lo que estaría explicando la respuesta del cultivo de la vainita. Resultado similar fue reportado por Carrillo (2018) y Falcon y Lorenzo (2019).

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Las conclusiones son las siguientes:

- f) El incremento en los niveles de aplicación del guano de islas en el cultivo de vainita ha influido en las características morfológicas del cultivo de vainita, al promover mayores alturas de planta, peso fresco de planta y menor número de ramas por planta.
- g) El incremento en los niveles de aplicación del guano de islas en el cultivo de vainita ha influido en las características productivas del cultivo de vainita, al promover una mayor formación de vainas por planta, longitud y ancho de vaina y peso de vainas por planta.
- h) El incremento en los niveles de aplicación del guano de islas en el cultivo de vainita ha influido en las cosechas del cultivo de vainita, al aumentarla conforme se aumentaron los niveles de aplicación de la misma

6.2. Recomendaciones

Las recomendaciones son las siguientes:

- a) Repetir el experimento en otras localidades.
- b) Incrementar los niveles de aplicación del guano de islas.
- c) Evaluar formas de aplicación del guano de islas pudiendo ser estas al voleo, localizado o en bandas.
- d) Evaluar con otros sistemas de regadío.

REFERENCIAS

- 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>
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la Investigación (3era ed.). Bogotá, Colombia: Pearson Educación. Recuperado de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Camarena, F., Huaranga, A. W., Mostacero, E. J., y Patricio, M. J. (2012). *Tecnologías para el incremento de la producción del frijol vainita (Phaseolus vulgaris L.) para la exportación*. Recuperado de <http://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/TECNOLOGIAS-PARA-EL-INCREMENTO-DE-LA-PRODUCCION.pdf>
- Carrillo, E. E. (2018). Efecto de la mezcla de abonos sintéticos y guano de isla en el rendimiento del cultivo de vainita en condiciones del centro Allpa Rumi de Marcará, 2017 (tesis de pregrado). Recuperado de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2514/T033_45878995_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ceroni, M. (2012). Perú, el país de las oportunidades perdidas en ciencia: el caso de los fertilizantes. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 78(2), 144-152. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v78n2/a09v78n2.pdf>
- Espinoza, E. E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Revista Conrado*, 15(69), 171-18.
- Evaristo, O. O. (2020). *Efecto de guano de isla en el rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum) variedad quantum en condiciones agroecológicas de la localidad de Purupampa –panao 2018* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6220/TAG00868E96.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Falcon, L. M., y Lorenzo, O. P. (2019). *Dosis de guano de isla en el rendimiento del cultivo de vainita (Phaseolus vulgaris var. Jade) en condiciones edafoclimáticas de Pillco Marca – Huánuco, 2018* (tesis de pregrado).

<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4794>

- Fernández, F., Gepts, P., y López, M. (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/ciat/28093.pdf
- Ferreira, R., y Alvarez, V., E. (2007). *Fertilidade do solo*. 1° ed. Viçosa, Minas Gerais, Brasil: Sociedad Brasileira de la Ciencia del Suelo.
- Labrador, J. (2003). *Fundamentos de agricultura ecológica: realidad actual y perspectivas*. Universidad de Castilla. La Mancha, España.
- Labrador, J. (2012). Avances en el conocimiento de la dinámica de la materia orgánica dentro de un contexto agroecológico. *Agroecología*, 7(91), 91-108.
- Laurencio, Y. M. (2021). *Guano de islas en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedad Canario en condiciones edafoclimáticas de Umari-2020* (tesis de pregrado). Recuperado de http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6793/TAG00893L2_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Agricultura y Riego-MIDAGRI (2018). Manual de abonamiento con guano de las islas. Recuperado de: <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I..pdf>
- Pareja, G. (2011). *Niveles de guano de islas en el rendimiento del cultivo de frijol caraota (Phaseolus vulgaris L.), Canaan - 2735 msnm, Ayacucho* (tesis de pregrado). Recuperado de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1917/TESIS%20AG918_Par.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peña, K., Rodríguez, J. C., y Santana, M. (2015). Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. *Avances*, 17(4), 327-337.
- Pimentel, F. (2009). *Curso de estadística experimental* (15 ed.). São Paulo, Brasil: Nobel.
- Ribó, M. 2004. *Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agroecosistemas hortícolas con manejo integrado ecológico*. Universidad de Valencia. Valencia, España.
- Sánchez, M., Prager, M., Naranjo, R. E., y Saclemente, O. E. (2012). *El suelo, su metabolismo, ciclaje de nutrientes y prácticas agroecológicas*. *Agroecología*, 7(1),

- 19–34. Recuperado de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/170971>
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., y Murphy, A. (2017). *Fisiología e desenvolvimento vegetal* (sexta ed.). São Paulo, Brasil: Artmed.
- Toledo, J. (2003). *Cultivo de vainita*. Recuperado de <https://mail.sacaba.gob.bo/images/wsacaba/pdf/libros/agronomia/Toledo-Cultivovainita.pdf>
- Trujillo, Y. (2020). *Fuentes y dosis de materia orgánica en el rendimiento de papa en Pontó – Huari* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4225/YORDI%20LENNI%20TRUJILLO%20MEZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Tabla 26

Datos de campo

Tratamiento	Bloque	Altura de planta	Numero de ramas	Numero de vaina	Peso fresco de la planta	Longitud de vaina	Ancho de vaina	Peso de vaina	Primera cosecha	Segunda cosecha	Tercera cosecha	Total
1	1	32,20	4,20	14,10	42,40	12,80	3,48	0,170	1875,00	4125,00	0,00	6000,00
1	2	34,50	4,90	15,70	49,00	13,10	3,31	0,180	2392,86	4169,64	0,00	6562,50
1	3	34,80	5,10	15,80	39,50	12,60	3,21	0,179	2508,93	3919,64	0,00	6428,57
1	4	34,80	5,10	15,80	39,50	12,60	3,21	0,179	2660,71	3455,36	0,00	6116,07
2	1	40,40	5,10	20,00	49,90	14,05	3,91	0,186	2857,14	3660,71	1473,21	7991,07
2	2	39,50	5,00	16,90	50,60	14,40	3,67	0,279	3035,71	3616,07	1026,79	7678,57
2	3	34,80	5,10	15,80	39,50	12,60	3,21	0,179	2937,50	4473,21	217,86	7628,57
2	4	33,40	4,40	15,10	44,70	11,70	3,37	0,182	2812,50	4366,07	1125,00	8303,57
3	1	55,50	4,30	23,80	62,00	15,30	4,16	0,220	2901,79	3526,79	1741,07	8169,64
3	2	60,30	4,70	25,00	60,30	14,00	4,11	0,232	2767,86	4017,86	1071,43	7857,14
3	3	68,50	4,50	26,50	69,00	14,94	4,03	0,235	2767,86	4151,79	1062,50	7982,14
3	4	72,80	4,40	25,20	68,60	14,50	4,13	0,235	3053,57	4419,64	1633,93	9107,14
4	1	65,50	4,60	25,90	98,50	16,20	4,39	0,241	3482,14	3750,00	1142,86	8375,00
4	2	68,00	4,20	27,70	102,60	16,30	4,26	0,263	3214,29	4008,93	857,14	8080,36
4	3	73,60	4,50	26,50	114,10	16,30	4,72	0,245	3080,36	4285,71	962,50	8328,57
4	4	78,10	4,50	25,10	114,00	16,60	4,64	0,270	3401,79	4598,21	1687,50	9687,50
5	1	72,10	4,30	26,20	120,10	16,50	4,95	0,247	3392,86	4482,14	1633,93	9508,93
5	2	73,70	4,20	28,30	117,70	16,10	4,84	0,294	2910,71	4419,64	1419,64	8750,00
5	3	77,00	4,50	27,60	118,10	16,20	4,39	0,287	3258,93	4178,57	1660,71	9098,21
5	4	78,60	4,30	26,20	116,60	16,50	4,48	0,277	2723,21	4642,86	2633,93	10000,00
6	1	79,80	4,40	27,10	129,60	16,70	4,51	0,258	3616,07	4571,43	2214,29	10401,79
6	2	77,70	4,50	27,70	135,50	16,20	4,72	0,320	3053,57	4642,86	1678,57	9375,00
6	3	76,20	4,70	26,90	130,30	19,10	4,23	0,322	3150,00	4982,14	1776,79	9908,93
6	4	74,40	4,50	28,00	160,00	16,60	4,57	0,328	3303,57	5178,57	2142,86	10625,00
		59,84	4,58	23,04	86,34	15,08	4,10	0,242	2964,96	4235,12	1215,10	8415,18

Leyenda

- T1: 0,0 t.ha⁻¹GI
- T2: 1,0 t.ha⁻¹GI
- T3: 2,0 t.ha⁻¹GI
- T4: 3,0 t.ha⁻¹GI
- T5: 4,0 t.ha⁻¹GI
- T6: 5,0 t.ha⁻¹GI

GI: Guano de islas



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

SOLICITANTE : Eduardo Roger Sánchez Loarte
MUESTRA : M - 01. - Palta Era
UBICACIÓN : C.P. Opayaco - San Marcos - Huari - Ancash

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O %	NL %	P ppm	K ppm	C.E dS/m	Da g/cm ³
	Arena	Limo	Arcilla								
252	47	30	23	Franco	6.99	2.836	0.142	07	177	1.187	1.44

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

La muestra es de textura franco, se caracteriza por tener una reacción neutra, medianamente rica en materia orgánica y % de nitrógeno total, medianamente rico en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 04 de Julio del 2022.



Análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax: 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCAJH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE GUANO DE ISLA

SOLICITANTE : Eduardo Roger Sánchez Loarte
MUESTRA : Guano de Isla
UBICACIÓN : C.P. Opayaco – San Marcos - Huarí - Ancash

Muestra	Nt. %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
Guano de Isla	11.56	10.98	2.68

Nota. La muestra se encuentra dentro de los límites permisibles para su uso con fines agrícolas.

Huaraz, 04 de Julio del 2022.



Análisis del guano de islas

Fichas de evaluación

Bloque: Tratamiento

Planta	Altura de planta	Número de ramas por planta	Número de vainas por planta	Peso fresco de la planta
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Bloque: Tratamiento

Vaina	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Rendimiento (kg ha⁻¹) por tratamiento

Bloque	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Total cosecha
I				
II				
III				
IV				

