Niveles de guano de isla en el rendimiento de frijol castilla (Vigna unguiculata L. Walp), Pichari, Cusco, 2023

por Rayda Centeno Cruz

Fecha de entrega: 04-dic-2024 10:23a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2540505839
Nombre del archivo: TESIS_RAYDA_CENTENO_CRUZ-2024.pdf (3.36M)
Total de palabras: 20763
Total de caracteres: 106333

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

TESIS:

Niveles de guano de isla en el rendimiento de frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp), Pichari, Cusco, 2023

para optar el título profesional de:

INGENIERA AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Rayda Centeno Cruz

ASESOR:

Mtro. Brian Adonai MEDINA GÓMEZ

AYACUCHO – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mi padre Santiago Centeno por su apoyo incondicional, a mi madre Mauricia Cruz por haberme dado la vida, educación y todo su apoyo incondicional en mi formación profesional.

A mis hermanos, hermanas y amigos de los que siempre recibí su apoyo y quienes pusieron toda su confianza en mí.

Rayda Centeno Cruz.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, alma mater de mi formación profesional.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal por sus valiosas enseñanzas que aportaron en mi formación profesional.

Al Dr. Brian Adonai Medina Gómez, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal gestor y asesor en el proceso de ejecución y culminación de la presente tesis.

A todos mis compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal por el compañerismo y amistad que compartimos, durante las prácticas y muchas experiencias vividas.

ÍNDICE

Pág.
DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
ÍNDICE DE TABLAS vi
ÍNDICE DE FIGURAS vii
ÍNDICE DE ANEXOS viii
RESUMEN ix
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
MARCO TEÓRICO 3
1.1 Antecedentes 3
1.2 Bases teóricas 8
1.2.1 Guano de las Islas 8
1.2.2 Beneficios del uso del guano de las islas 11
1.2.3 Importancia de la fertilización 13
1.2.4 Función de los macroelementos nutritivos 14
1.2.5 Cultivo de frijol castilla 16
1.2.6 Importancia del frijol castilla 18
1.2.7 Clasificación taxonómica del frijol castilla 20
1.2.8 Características botánicas del frijol castilla 20
1.2.9 Requerimientos edafoclimáticos del frijol castilla 23
1.2.10 Manejo agronómico del frijol castilla 24
1.2.11 Características del frijol castilla 30
CAPÍTULO II 32
METODOLOGÍA 32
2.1 Ubicación del Experimento 32
2.1.1 Ubicación política. 32
2.1.2 Ubicación Geográfica 32
2.2 Antecedentes del Terreno 32
2.3 Análisis Físico y Químico del Suelo 32
2.4 Análisis Químico del Abono (guano de isla) 33
2.5 Condiciones Climáticas 34
2.6 Aplicación de los Dosis de Guano de Isla 35

2.7 Características Productivas de Frijol Castilla 37
2.8 Tratamientos: 39
2.9 Esquema de distribución de las unidades y el campo experimental: 39
2.10 Croquis de campo experimental y distribución de los tratamientos 40
2.11 Diseño Experimental y Análisis Estadístico 41
2.12 Instalación y Conducción del Ensayo 41
CAPÍTULO III 44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 44
3.1 Variables de precocidad 44
3.2 Variable de productividad 45
3.3 Número de ramas por planta 47
3.4 Número de vainas por planta 48
3.5 Longitud de vaina 50
3.6 Número de granos por vaina 52
3.7 Peso de 1000 semillas 53
3.8 Rendimiento de grano 55
3.9 Índice de cosecha 58
CONCLUSIONES 59
RECOMENDACIONES 60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61
ANEXOS 65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Riqueza en nutrientes del Guano de las Islas 10
Tabla 1.2: Distanciamiento de siembra por variedad 25
Tabla 1.3: Tratamiento de semillas 26
Tabla 2.1: Análisis Físico Químico del suelo experimental de Pichari baja de la UNSCH (563 msnm) 2023 33
Tabla 2.2: Análisis químico del abono, guano de isla 2023 33
Tabla 2.3: Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2023, Estación Meteorológica de Pichari 34
Tabla 2.4: Operacionalización de variables en estudio 37
Tabla 2.5: Tratamiento en estudio 39
Tabla 3.1: Análisis descriptivo de la fenología del cultivo de frejol Catilla en número de días después de la siembra (ndds) en los diferentes tratamientos. Pichari 563 msnm 44
Tabla 3.2: Análisis de variancia de la altura de planta en el frejol castilla por efecto de los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari 563 msnm 45
Tabla 3.3: Análisis de variancia del número de ramas por planta en el frejol castilla por efecto de los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari 563 msnm 47
Tabla 3.4: Análisis de variancia del número de vainas por planta en el frejol castilla por efecto de los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari 563 msnm 48
Tabla 3.5: Análisis de variancia de la longitud de vaina en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 50
Tabla 3.6: Análisis de variancia del número de granos por vaina en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 52
Tabla 3.7: Análisis de variancia del peso de 1000 semillas del frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento con guano de isla. Pichari 563 msnm 53
Tabla 3.8: Análisis de variancia del rendimiento de grano del frejol castilla (14 % H) en los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari 55
Tabla 3.9: Análisis de variancia del índice de cosecha del frejol castilla en los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari 58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Información meteorológica de temperaturas y precipitaciones de 2022-2023 35
Figura 2.2: Esquema de campo experimental 40
Figura 3.1: Prueba de Tukey de la altura de planta en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 46
Figura 3.2: Prueba de Tukey del número de ramas por planta en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 47
Figura 3.3: Prueba de Tukey del número de vainas por planta en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 49
Figura 3.4: Prueba de Tukey de la longitud de vaina en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 51
Figura 3.5: Prueba de Tukey del número de semillas por vaina en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 52
Figura 3.6: Prueba de Tukey del peso de 1000 semillas del frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento con guano de isla. Pichari 563 msnm 54
Figura 3.7: Prueba de Tukey del rendimiento de grano al 14 % de humedad en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 56
Figura 3.8: Análisis de regresión del rendimiento en función de los niveles crecientes del guano de isla en el frejol Castilla. Pichari 563 msnm 57
Figura 3.9: Prueba de Tukey del índice de cosecha (%) del frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm 59
Figura 3.10: Análisis de regresión del índice de cosecha en función de los niveles crecientes del guano de isla en el frejol Castilla. Pichari 563 msnm 60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Rendimiento promedio mensual del frejol Castilla……...……67
Anexo 2: Datos de campo evaluados de las variables del frejol Castilla……68
Anexo 3: Datos ordenados de bloques, niveles de Guano de isla, rendimiento de grano, índice de cosecha y peso de 1000 semillas……73
Anexo 4: Análisis de suelo……74
Anexo 5: Costo de producción del frejol ..……76
Anexo 6: Panel Fotográfico....……77

RESUMEN

La investigación en frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) se realizó en el Centro Experimental de la escuela profesional de ingeniería agroforestal, ubicado en el distrito Pichari, provincia La Convención, Región Cusco a 563 msnm. Los objetivos fueron: Determinar el efecto del guano de isla en la precocidad, el efecto de las variables de rendimiento y en la productividad del grano del frijol castilla en Pichari, Cusco. Los niveles de guano de islas fueron: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 t ha-1. En el trabajo experimental se aplicó el Diseño de Bloque Completo al Azar con 6 tratamientos y 3 bloques, durante los meses de julio a setiembre del 2023. Se evaluaron las siguientes variables: Precocidad en días a la madurez fisiológica, altura de planta, número de ramas por planta, número de vainas por planta, el rendimiento de granos, peso de 1000 semillas e índice de cosecha. Con los niveles de 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 t ha-1 de guano de isla se obtuvo cierta precocidad, llegando a su madurez fisiológica a los 72 a 80 días. Con los niveles de guano de isla de 2.0 y 2.5 t ha-1 se obtuvo en el frijol castilla las más tardías llegando a su madurez fisiológica a los 75 a 84 días, así como presentaron mayor peso de 1000 semillas con valores de 256.98 y 235.96 g respectivamente. Los niveles de guano de islas de 2.5, 2.0 y 1.5 t ha-1 dieron el mayor número de vainas por planta con 17.02, 16.93 y 16.17 vainas, respectivamente. El mayor índice de cosecha se alcanzó con 2.50 y 2.00 t ha-1 de guano de isla con valores de 44.4 y 44.0 %. La mayor respuesta en el rendimiento de grano se alcanzó con 2.50 y 2.00 t ha-1 de guano de isla con 2,689.67 y 2,675.67 kg ha-1 de grano. La regresión cuadrática del rendimiento en función de los niveles crecientes de guano de isla indica que no se justifica un mayor incremento en los niveles del abono orgánico.

Palabras clave: *Vigna unguiculata*, niveles de guano de isla, rendimiento.

.

INTRODUCCIÓN

El frijol Castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) es una de las leguminosas más cultivadas en el mundo, así como en el Perú (Campos et al., 2022). Es una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, además de ser una buena fuente de vitamina del complejo B como la niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina. Igualmente proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio y tiene un alto contenido en fibra. También es una excelente fuente de ácidos grasos poliinsaturados (ADEX, 2009, p. 2).

Está adaptado a zonas tropicales y subtropicales, ya que presenta alta rusticidad y tolerancia a estrés hídrico, pudiendo desarrollarse en suelos aluviales (inceptisoles) y suelos de tierra firme (ultisoles). Además, presenta una gran capacidad de establecer simbiosis con Rhizobium y micorrizas, reduciendo la necesidad de fertilizantes y, por ende, el costo de producción (Campos et al.,2022). El cultivo de Frijol Castilla es una alternativa de producción importante para muchos agricultores de la Costa, Sierra y Selva. Sin embargo, hay limitaciones causadas por el escaso uso de tecnologías adecuadas, lo que impide aprovechar al máximo las condiciones agroclimáticas excepcionales que ofrecen la costa y otras zonas de producción (Jara & Alejos, 2017, p. 124). Sin embargo, la producción actual, está basada en el uso de los fertilizantes químicos, que cuando se utiliza de forma no racional, contribuye con el desequilibrio ambiental, y no se valora los abonos orgánicos, como el guano de las islas, que además de mejorar el rendimiento del cultivo también contribuye con la calidad alimenticia del producto.

Tomando en cuenta lo señalado y considerando que existe desconocimiento del efecto del guano de las islas, en el comportamiento productivo del frijol Castilla bajo las condiciones agroecológicas de Pichari, se ha planteado la presente investigación.

a. Objetivo general

Evaluar la influencia de los niveles de guano de isla en el rendimiento de frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en Pichari, Cusco.

b. Objetivos específicos

1. Establecer el efecto del guano de isla en las características morfoagronómicas del frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en Pichari, Cusco.
2. Comprobar el efecto del guano de isla en el rendimiento de frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en Pichari, Cusco

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1. A nivel Internacional

González y Clemente (2002), en la evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y fertilizante mineral sobre el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), 2001 ejecutada en la estación experimental Calazo San Marcos "La Compañía" en suelos de nuevo origen volcánico. El suelo es franco limoso, rico en potasio y carente de fósforo por sus propiedades, este suelo puede considerarse apto para la mayoría de los cultivos. El propósito del ensayo fue evaluar dos fertilizantes orgánicos (estiércol de pollo, estiércol de vaca) y un fertilizante mineral (fórmula completa 18-46-0), cada uno en dos dosis (6363,6 kg/ha, 3181,8 kg/ha). El área del campo experimental fue de 20 m x 2m. estableciéndose el diseño de bloques completos al azar (BCA) univariado con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, número promedio de hojas por planta, área foliar, número promedio de ramas por planta, altura de inserción de la primera vaina, número promedio de vainas por planta, número promedio de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento (kg/ha). Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANDEVA) y análisis de química del suelo, y el análisis económico se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey con un margen de error de 0.05% para evaluar la rentabilidad de los tratamientos y así brindar alternativas económicas. Los resultados mostraron que agregar fertilizante orgánico (dosis altas de estiércol de pollo) y dosis altas de fertilizante mineral además del número promedio de ramas por planta, el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso de cien granos. El tratamiento de dosis

más alta de compuestos minerales tuvo el mayor rendimiento de 2845,19 kg/ha, seguido por el tratamiento de dosis media de compuestos minerales de 2606,06 kg/ha, lo que indica que se lograron mayores rendimientos con un buen manejo de los abonos, es decir, si se aumenta la dosis de guano, aumentará el costo de producción y por último los análisis económicos muestran que la minería en dosis medias es la más rentable. (p.12)

Escobar et. al (2023), en su Tesis titulada "Respuesta agronómica de *Zea mays* l. y *Phaseolus vulgaris* l. a la fertilización con gallinaza", la gallinaza es ecológica y una forma de reciclar el estiércol de las granjas, biotransformar y luego aplicar materiales orgánicos al suelo, la calidad del fertilizante orgánico depende de su contenido de nutrientes y de su capacidad para suministrar nutrientes a los cultivos. Se determinaron y compararon parámetros químicos y biológicos a partir de la gallinaza provenientes de las granjas de la provincia de Cundinamarca. Además, se evaluó mediante bioensayos el efecto de la gallinaza sobre los parámetros agronómicos y la productividad de ambos cultivos utilizando dos especies con alto potencial alimentario y forrajero: maíz (Zea mays L.) y leguminosa (Phaseolus vulgaris L.). Parámetros de evaluación (MO, elementos constantes y traza). En el bioensayo de maíz (Zea mays L.), Q y Mz1 obtuvieron los mayores parámetros en la etapa vegetativa, en la etapa de floración, Mz3 obtuvo los mejores valores entre los parámetros. Para frijol (Phaseolus vulgaris L.), los tratamientos Q y Mz1 tuvieron el mejor efecto en la etapa vegetativa, pero no se observaron diferencias significativas entre ellos en las etapas de floración y cosecha, la mejor respuesta fue Mz2, en conclusión, cuando se prueban en condiciones de campo, los fertilizantes orgánicos son una alternativa viable y sostenible. (p.9)

Estrada y Peralta (2004) evaluaron "el efecto de dos fertilizantes orgánicos (estiércol de gallina y estiércol de vaca) y un mineral sobre el crecimiento y rendimiento de la leguminosa común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Dor-364, Postrera 2001", donde el objetivo es: Evaluar la respuesta de leguminosa común (*Phaseolus vulgaris* L.) a tres fuentes de fertilizantes (estiércol de gallina, estiércol de vaca y minerales) para su crecimiento y rendimiento. Se utilizó una permutación

unifactorial en un diseño de bloques completos al azar (BCA), definiéndose siete tratamientos y cuatro repeticiones. El área de cada unidad experimental es de 20 metros cuadrados. La variedad investigada fue DOR-364. Los tratamientos incluyeron dosis medias y altas de cada fertilizante. La dosis media se calcula en función de las necesidades del cultivo por hectárea. La dosis media y alta de fertilizante orgánico de gallinaza es de 3181 kg ha-1 y 6362 kg ha-1, respectivamente, y la dosis de aplicación de fertilizante orgánico de gallinaza es de 5286 kg ha-1 (dosis alta 5286 kg ha-1, dosis media 2643 kg ha-1. La fórmula utilizada como fertilizante mineral es la 18-46-00 con una dosis promedio de aplicación de 130 kg ha-1 y una dosis promedio de aplicación de 260 kg ha-1 según las recomendaciones del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Considera duplicar el valor promedio y elija una dosis más alta según sea necesario, los datos experimentales se procesaron mediante análisis de varianza ANDEVA con la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$) utilizando un programa estadístico (MINITAB, 1998). Los resultados mostraron diferencias significativas en respuesta a la aplicación de fuentes fertilizantes, donde las dosis altas de fertilizantes minerales y gallinaza fueron estadísticamente equivalentes, superando a todos los tratamientos con rendimientos promedio de 2823.27 kg ha-1 y 2712.82 kg ha-1, respectivamente. En la segunda categoría estadística, el rendimiento del procesamiento alto de estiércol vacuno fue de 2528,47 kg ha-1 y el rendimiento del procesamiento medio de estiércol de gallina fue de 2505,58 kg ha-1, en cuanto al comportamiento vegetativo, los resultados mostraron significancia estadística al evaluar el número medio de hojas a los 15, 29 y 36 días después de la siembra y el área foliar media a los 15, 36 y 43 días después de la siembra, a los 36 días después de la siembra, las variables altura de planta para el tratamiento con alto contenido de gallinaza y altas dosis de fertilizantes minerales mostraron los valores medios más altos en la misma categoría estadística. (p. 11)

1.1.2. A nivel Nacional

Falcón y Lorenzo (2019) estudiaron "Pillco Marca – Huánuco, 2018 "Efectos del guano de isla en el rendimiento de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* var. Jade) bajo condiciones de suelo y clima" para: determinar si los efectos se originan en la isla sobre cultivos de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* var. jade). Para lograr los objetivos

planteados se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 4 tratamientos, 4 repeticiones y 16 sujetos por estudio. tratamiento. Las variedades de jade utilizadas en este estudio, para lograr estos objetivos se propusieron cuatro variables de respuesta a saber: altura de la planta, longitud de vainas por planta, número de vainas por planta y peso de vainas por planta y estos datos se analizaron mediante la técnica ANDEVA y se realizó la prueba de significancia de Duncan, utilizando para calcular los niveles medios del 5% y el 1% con base en los resultados de la prueba de Duncan, se confirmó que los tratamientos muestran diferencias estadísticamente significativas al nivel de significancia probado. Entre las diferentes alturas de plantas, el tratamiento T2 (IG 0,6 t/ha) tiene el mejor efecto, que es 16,44 cm para el número de vainas por longitud de vaina de una planta, el tratamiento T2 (IG 0,6 t/ha) fue 16,44 cm mejor en cuanto al número promedio de vainas por planta en peso, se destacó el tratamiento T3 (I.G. 0,5 t/ha) con 259,58 g, de; se pudo estimar 12824,165 kg como dividendo por hectárea. (p. 2)

Candiotti (2014) evaluó "Niveles de aplicaciones foliares con guano de isla en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en Mariscal Cáceres–Huancavelica", donde planteó como objetivo: Conocer el nivel de aplicación foliar a base de guano de isla que promueva el mayor rendimiento en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), variedad Canario. El ensayo se realizó durante los meses de setiembre a diciembre de 2014. Los tratamientos utilizados fueron 0%; 2%; 4%; 6% y 8% de Guano de Isla, los mismos que fueron analizados bajo un Diseño Completamente Aleatorio. Las variables fueron: Rendimiento de fruto en vaina verde, porcentaje de flores cuajadas y número de vainas. Según los resultados del rendimiento en Kg en vaina verde el tratamiento de 4% y 6% de guano de isla, reportó el mayor valor; superior y diferente a los tratamientos con 0%, 2% y 8%, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí, las diferentes dosis de guano de isla en porcentaje de flores cuajadas y número de vainas por planta no presentaron diferencias estadísticas entre sí, pero se obtuvo mejores resultados aplicando 6% de guano isla. (p. 7)

López (2020) ejecutó el trabajo de investigación "Efecto del guano de isla en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en condiciones agroecológicas de

Huacrachuco – 2018", con el objetivo de: Evaluar el efecto del guano de isla en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) bajo condiciones agroecológicas de Huacrachuco-Marañón y determinar los niveles de guano de isla para rendimiento máximo usando cuatro tratamientos y cuatro bloques completos al azar repetidos, los tratamientos fueron: testigo sin fertilización (T0); luego T1 con guano de isla a dosis baja de 1 800 Kg ha-1, T2 con guano de isla a dosis media con 2 000 Kg ha-1 y T3 a dosis baja Dosis alta con 2 200 Kg ha-1 respectivamente, las evaluaciones estadísticas se realizaron utilizando las pruebas ANOVA y DUNCAN, respectivamente las variables evaluadas mostraron diferencias significativas entre los niveles de fertilización, logrando mayor rendimiento medio por hectárea, T3 = 36,16 tn ha-1, seguido de T2 = 30,33 tn ha-1 luego alcanzando T1 = 26,83 tn ha-1. El tratamiento testigo T0, es decir, al no incorporar nada de guano en la isla, se obtuvo un rendimiento de 24,17 tn ha-1. (p. 4)

1.1.3. A nivel local

Saldaña y Edison (2021), En su tesis titulada "Abonamiento orgánico - mineral con y sin microorganismos eficientes en el rendimiento de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.). Ayacucho, 2760 msnm" realizaron en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal, Huamanga, teniendo los objetivos como: a) Evaluar el efecto de la gallinaza con y sin EM sobre el rendimiento b) Evaluar el efecto de los niveles de fertilizantes minerales sobre el rendimiento, utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2A x 4B (A, fertilizantes orgánicos: Gallina 3.0 t. ha-1, sin EM, a2. Estiércol de gallina 3,0 t. ha-1 que contiene ME B. Dosis de fertilizante sintético N-P-K kg. ha-1: b1. 00-00-00, b2. 30-40-20, b3, 60-80-40 y b4. 90-120-60, ocho procedimientos y tres repeticiones del cual se evaluaron variables de maduración temprana y rendimiento, las variables de rendimiento fueron mayores con la adición de ME, observándose el mayor rendimiento en el tratamiento T6 (gallinaza con ME y 90-120-60 NPK) 3539.0 kg.ha-1 con una rentabilidad de 114.55% y S útil/7,806,40, el tratamiento T7 (gallinaza sin ME y 00-00-00 NPK) logró un rendimiento mínimo de 1503.60 kg.ha-1 con una rentabilidad del 20.54% y una ganancia de S/ 1024.80(p.7)

Palomino (2024), En su tesis titulada “Rendimiento de tres cultivares de frijol, en condiciones de ceja de selva - Ayacucho” se realizó en las condiciones de Ceja de Selva, ubicada en la localidad de San Antonio, en el distrito de Anco, a una altitud de 750 metros de la provincia de La mar, Departamento de Ayacucho, con coordenadas 13°25 03025 latitud sur y 73°32 0300. Longitud este en el Valle de Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM) en la margen izquierda de la Cuenca, teniendo el objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el comportamiento productivo de variedades locales de alto valor e identificar las mejores variedades y su rendimiento, determinar el valor económico de un tratamiento determinado. El diseño estadístico utilizado fue de bloques completamente al azar. (DBCR), un diseño factorial de 3 cultivares de frijol: Red King, castilla y Caraota y 06 repeticiones o bloques. La fórmula del fertilizante es 6002470-60, al realizar la siembra se aplicó por un lado nitrógeno, fósforo y potasio y 250 kg/ha de fertilizante Guano de Isla en flujo continuo surcos utilizando urea agrícola (46% N) como fuente de nitrógeno, como fuente de fósforo, fosfato diamónico (18% N y 46% P2O5) y se utilizó cloruro de potasio (60% k2O) como fuente de potasio. La dosis de urea se dividió en dos partes iguales, es decir, el 50% se aplica en la siembra y el otro 50% incluye la aplicación de guano de isla (DDS) en el primer deshierbe a 25°C, sembrando según el espaciamiento de las plantas. m x 0,3 m, poner 3 semillas en el choque. (p.5)

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Guano de las Islas

El Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL, s.f.), respecto al origen del guano de las islas, señala que “se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), Piquero (*Sula variegata*) y Pelícano bougainvillii (*Pelecanus thagus*)” (p. 2).

Según AGRORURAL (2012), “existe un solo tipo de guano de las islas, es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo” (pp. 3, 4).

El AGRORURAL (s.f.), respecto a las propiedades del guano de las islas, señala que:

> Es un fertilizante natural y completo, porque contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
>
> Es un producto ecológico, porque no contamina el medio ambiente.
>
> Es biodegradable, completa su proceso de mineralización en el suelo. Una parte se transforma en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
>
> Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.
>
> Es soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
>
> Tiene propiedades de sinergismo porque al combinarse con estiércol incrementa la producción significativamente, como se puede apreciar en el cuadro sobre experimentos realizados en cultivo de papa, en 5 lugares del Perú. (p. 2)

En relación al contenido de nutrientes del guano de las islas, AGRORURAL (s.f.), describe como se muestra en la Tabla 1.1

Tabla 1.1

Riqueza en nutrientes del Guano de las Islas

Elemento	Fórmula/Símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 – 14 %
Fósforo	P_2O_5	10 – 12 %
Potasio	K_2O	2 – 3 %
Calcio	CaO	10 %
Magnesio	MgO	0.80 %
Azufre	S	1.50 %
Hierro	Fe	600 ppm
Zinc	Zn	170 ppm
Cobre	Cu	20 ppm
Manganeso	Mn	48 ppm
Boro	B	187 ppm
Molibdeno	Mo	76 ppm

Fuente. Adaptado de guano de las islas, (p. 1), por AGRORURAL, s.f. https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/DIPTICO.pdf.

Respecto a la disponibilidad de nutrientes del guano de las islas, AGRORURAL (s.f.), señala que:

> Del Nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible, (33% es amoniacal y 2% en forma nítrica) y el 65% se encuentra en forma orgánica. Del fósforo total el 56% es soluble en agua (disponible) y el 44% se encuentra en forma orgánica. (p. 1)

En relación a las formas del nitrógeno y fósforo del guano de las islas, AGRORURAL (s.f.), señala lo siguiente:

Nitrógeno orgánico : 65%
Nitrógeno disponible : 35%
Nitrógeno amoniacal : 33%
Nitrógeno nítrico : 2%
Fósforo orgánico : 44%
Fósforo disponible : 56%

Respecto a los factores a tomar en cuenta en el abonamiento con guano de las islas, AGRORURAL (2018), señala que:

> La recomendación de abonamiento (formula de abonamiento) está en función del grado de fertilidad del suelo, del requerimiento nutricional por el cultivo, rendimiento esperado, calidad de semilla, condiciones climáticas entre otros; ajustándose la recomendación con el técnico de la zona, en base a su experiencia sobre respuesta de los suelos de su ámbito, a la aplicación de Fertilizantes. (p. 105)

Respecto a las carteristas que tiene el guano de las islas, Zeballos (2015), manifiesta que es:

> Un compuesto orgánico heterogéneo de procedencia nacional, su ley es variable según la clase de guano y el tipo de abono; es un compuesto natural orgánico.
>
> Es un abono muy completo, porque además de contener elementos indispensables como: Nitrógeno, ácido fosfórico, potasa, cal y magnesio; contiene trazas de algunos elementos menores como: manganeso, plomo, titanio, cobre, zinc, boro, flúor y yodo; que son muy necesarios para el desarrollo de diversos cultivos.
>
> El guano se presenta como un material amarillento grisáceo y cuando es molido presenta una coloración amarilla pálida o marrón claro, el guano rico se caracteriza por sus olores de vapores amoniacales el guano de isla se forma mediante un proceso de fermentación sumamente lento lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales especialmente las nitrogenadas tales como los uratos, carbonatos, fosfatos, y otras combinaciones menos abundantes. (p. 16)

1.2.2 Beneficios del uso del guano de las islas

Respecto al beneficio que ofrece el uso del guano de las islas, AGRORURAL (s.f.), señala que:

> Cuando se aplica el Guano de las Islas, en promedio 35% de Nitrógeno y 56% de Fósforo están disponibles para la absorción inmediata por las plantas.
>
> La forma orgánica continúa la mineralización, aportando nutrientes durante el desarrollo del cultivo.

El Guano de las Islas además de suministrar los nutrientes indicados anteriormente, realiza aporte de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de "organismo viviente". Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo Nitrosomonas y Nitrobácter, la primera transforma el amonio a nitrito y Nitrobácter oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el Nitrógeno del suelo (NO_3^-). (p. 1)

En relación al efecto del uso de guano de las islas sobre el suelo, AGRORURAL (2018), señala que:

El guano de las islas, como otras materias orgánicas ejerce un efecto favorable sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Propiedades físicas:

Mejora la estructura de los suelos arenosos y arcillosos.

Incrementa la formación agregados del suelo (arenoso).

Mejora la retención y absorción de agua.

Suelos arcillosos compactados, los hace friables (los suelta), más fácil de trabajar.

Mejora el intercambio gaseoso.

Propiedades químicas:

La materia orgánica mediante el proceso de mineralización libera nutrientes para las plantas.

Por el proceso de humificación se forman sustancias húmicas, que mejoran la adsorción de nutrientes y absorción de agua.

Incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico – CIC.

Aumenta el poder tampón buffer del suelo.

Modifica el color, suelos oscuros generalmente es indicador de presencia de humus y buena fertilidad natural.

Promueve la formación de quelatos.

Propiedades biológicas:

El suelo tiene vida, esta acepción se basa en la intensa actividad de la microflora, mediante su metabolismo realizan una serie de reacciones bioquímicas, transformándose en millones de laboratorios biológicos.

Incrementando la actividad biológica.

Incrementa la población de microorganismos fijadores libres de Nitrógeno (Azotobacter) que fija el nitrógeno del aire.

Producen sustancias activadoras de crecimiento, como el ácido indol acético, indol butírico. (pp. 13-14)

1.2.3 Importancia de la fertilización

García-Serrano et al. (2010), respecto a la importancia de la fertilización en la producción de los cultivos, señala que:

> La fertilización racional debe conjugar la utilización de fertilizantes orgánicos y minerales, que se complementan. Los orgánicos, aunque también aportan nutrientes actúan, sobre todo, mejorando las propiedades físico químicas de los suelos y su actividad biológica, y los minerales, en cambio, aportan la mayor parte de los nutrientes que la planta precisa. Los abonos minerales permiten producir plantas sanas y vigorosas, que en parte después se incorporan al suelo, manteniendo e incluso elevando su contenido en humus. Todos los recursos orgánicos que estén al alcance del agricultor (estiércol, purín, restos de cosecha, compost, etc.) deben incorporarse al suelo en cantidades adecuadas, previendo su mineralización y la cantidad de nutrientes que pueden liberar en cada momento. Estas aportaciones anuales serán tenidas en cuenta a la hora de practicar el abonado mineral. (p. 16)

Ibáñez y Aguirre (1983), dice que con la fertilización se obtiene los siguientes objetivos:

Máxima calidad del producto.

Reducción al mínimo de los costos de producción.

Obtención del máximo beneficio por unidad de fertilizante utilizado.

Máximo beneficio económico y de la explotación en su conjunto.

Máxima precocidad del cultivo. (p. 15)

García-Serrano et al. (2010), señal que el uso de los fertilizantes, es un medio de producción de los cultivos, para:

> Conseguir su máxima eficiencia (producción económica con responsabilidad medioambiental), debe formar parte de un conjunto integrado de prácticas agrícolas orientadas, todas, hacia este objetivo. Los fertilizantes son un factor más a considerar en la explotación, junto al suelo, variedad, rotación, agua, etc. Y del buen manejo de todos los factores, de su adaptación a las condiciones únicas de cada finca, y del buen hacer del agricultor, dependerá que se obtengan en la explotación agraria unos buenos resultados, tanto económicos como medioambientales. (p. 7)

1.2.4 Función de los macroelementos nutritivos

"Todos y cada uno de los elementos nutritivos juegan un papel específico en la nutrición vegetal" (García-Serrano et al., 2010, p. 20).

a. Nitrógeno

García-Serrano et al. (2010), respecto al papel que desempeña el nitrógeno en el cultivo, señala que:

> El nitrógeno, factor de crecimiento y desarrollo. Es uno de los constituyentes de los compuestos orgánicos de los vegetales.
>
> Interviene en la multiplicación celular y se considera factor de crecimiento; es necesario para la formación de los aminoácidos, proteínas, enzimas, etc. De modo que, el aporte del nitrógeno en cantidades óptimas conduce a la obtención de forrajes y granos con mayor contenido proteico. Además, muy recientemente se ha demostrado la relación directa del nitrógeno con el contenido en vitaminas.
>
> La deficiencia en nitrógeno afecta de manera notable al desarrollo de la planta. Se manifiesta, en primer lugar, en las hojas viejas, que se vuelven cloróticas desde la punta hasta extenderse a la totalidad a través del nervio central. Las hojas adquieren un color verde amarillento y en los casos más graves la planta

> se marchita y muere (fisiopatía provocada en las plantas por falta de clorofila, que precisa cuatro átomos de nitrógeno para cada molécula). (p. 21)

b. Fósforo

García-Serrano et al. (2010), respecto al papel que desempeña el fósforo en el cultivo, señala que:

> El fósforo, factor de precocidad. Estimula el desarrollo de las raíces y favorece la floración y cuajado de los frutos, interviniendo en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía, además de formar parte de fosfolípidos, enzimas, etc. Es considerado factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial de los cultivos y favorece la maduración.
>
> La carencia de fósforo conduce a un desarrollo débil del vegetal, tanto de su parte aérea como del sistema radicular. Las hojas se hacen más delgadas, erectas, con nerviaciones menos pronunciadas y presentan un color azul verdoso oscuro, pudiendo incluso llegar a caer de forma prematura. (p. 21)

c. Potasio

García-Serrano et al. (2010), respecto al papel que desempeña el potasio en el cultivo, señala que:

> El potasio, factor de calidad. En la planta el potasio es muy móvil y juega un papel múltiple. Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de las plantas; favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas; aumenta el tamaño y peso en los granos de cereales y en los tubérculos.
>
> La carencia de potasio provoca un retraso general en el crecimiento y un aumento de la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de parásitos. Se hace notar en los órganos de reserva: semillas, frutos, tubérculos. Si la deficiencia es acusada aparecen manchas cloróticas en las hojas que, además, se curvan hacia arriba. Un correcto abonado potásico mejora la eficiencia y el aprovechamiento del abonado nitrogenado. (p. 21)

d. Azufre

García-Serrano et al. (2010), respecto al papel que desempeña el azufre en el cultivo, señala que: "el azufre Es componente de aminoácidos azufrados como la cisteína y la metionina. Forma parte de vitaminas, proteínas, coenzimas y glicósidos. Participa en las reacciones de óxido-reducción formando parte de la ferredoxina" (p. 22).

e. Calcio

García-Serrano et al. (2010), respecto al papel que desempeña el calcio en el cultivo, señala que:

> El calcio Es necesario en la división y crecimiento de la célula. Es el elemento estructural de paredes y membranas celulares, y es básico para la absorción de elementos nutritivos. Participa junto con el magnesio en la activación de las enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas. (p. 22)

f. Magnesio

García-Serrano et al. (2010), respecto al papel que desempeña el magnesio en el cultivo, señala que:

> El magnesio Forma parte de la molécula de clorofila, siendo por tanto esencial para la fotosíntesis y para la formación de otros pigmentos. Activa numerosas enzimas del metabolismo de las proteínas y glúcidos. Favorece el transporte y acumulación de azúcares en los órganos de reserva y el del fósforo hacia el grano. Al igual que el calcio, es constituyente de las paredes celulares. Influye en los procesos de óxido-reducción. (p. 22)

1.2.5 Cultivo de frijol castilla

"Mesoamérica fue centro de domesticación de cultivos importantes: maíz (Zea mays), frijol (*P. vulgaris*), calabaza (*C. pepo*), chile (*Capsicum* sp.) y caca o (*Theobroma cacao*)" (Zizumbo-Villarreal & Colunga-GarciaMarín, 2010, como se cita en Hernández-López, 2013, p. 97).

Asimismo, respecto a la domesticación del frejol Smith (2005, como se cita en Hernández-López, 2013), señala que:

> El análisis de los vestigios de frijol, maíz y calabaza encontrados en cuevas de México (en los Estados de Tamaulipas, Puebla y Oaxaca) por medio del método del radiocarbono y el uso de la espectrofotometría de masas con acelerador (AMS), reveló una edad de la forma domesticada del frijol más reciente y menor a 2400 años. (p. 98)

Valladolid et al. (1999, como se cita en Fernández, 2018), respecto al cultivo de frijol, manifiesta que:

> De la gran diversidad de variedades de frijoles con que cuenta el Perú adaptados a diferentes ambientes y épocas del año; son el "caupi", "castilla" o "chileno" y el "frijol de palo" los que se han constituido en los dos tipos más demandados por los consumidores internacionales y en los principales productos agrícolas de la exportación peruana. (p. 1)

Torres y Berrú (2012, como se cita en Fernández, 2018), en relación al cultivo de catilla o caupí, señala que:

> Es uno de los tipos de fríjol con mayor rentabilidad y demanda por los consumidores internacionales y uno de los principales productos agrícolas de la exportación peruana. Además, este cultivo presenta ventajas como la reducción de la vulnerabilidad ante la variabilidad climática y un menor uso de agua. (p. 1)

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón (ASPROMOR, 2012), manifiesta que, entre los frijoles se tiene:

> El cultivo del frijol caupí, se presenta como una oportunidad de desarrollo para los pequeños productores de Piura, el hecho de estar incluido en la cartera de productos peruanos agroindustriales con potencial de crecimiento con fines de exportación, asegura la demanda y comercialización del producto, además de buenas perspectivas para un crecimiento mayor en la medida que el producto

se posicione en el mercado. En la actualidad, la productividad del frijol caupi se ha incrementado de 800 a 1200 kilos por hectárea con la incorporación de variedades más productivas y con la aplicación de nuevas tecnologías. Según el Ministerio de Agricultura, anualmente se instalan entre 6 mil y 8 mil hectáreas, principalmente en los valles de la costa y zonas de la selva del Perú. (p. 5)

1.2.6 Importancia del frijol castilla

La Voz Agraria (2013, como se cita en Moreno, 2020), respecto a la importancia del frijol, seña que:

> Es una leguminosa cuyo grano es una fuente de alimentación proteica de gran importancia en la dieta alimenticia. Este grano contiene 22 % de proteínas, es un alimento de alto valor energético, contiene alrededor de 70% de carbohidratos totales y además aporta cantidades importantes de minerales (calcio, magnesio, hierro y Zinc), vitaminas A, B1- Tiamina, B2-Riboflavina, C-ácido ascórbico. También es importante, porque al ser una leguminosa tiene cualidades de realizar la actividad simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (*Rhizobium phaseoli*) y así contribuye gratuitamente a mejorar la fertilidad de los suelos. (pp. 3-4)

Pedrosa et al. (2015, como se cita en Cantaro, 2015), respecto al valor del frijol, señala que:

> Supera al de todas las otras leguminosas cultivadas, como garbanzo, lentejas, arvejas y frijol caupí, dando una idea de su futuro potencial económico de este cultivo. Sin embargo, su consumo varía según el grado de desarrollo de los países, en los países en desarrollo su consumo es muy alto y sigue aumentando; y en países desarrollados ha ido disminuyendo desde el 1960, siendo América Latina y África, los de mayor consumo y Europa, el de menor consumo comparado a otras zonas del mundo, debido principalmente a los cambios en las preferencias de los consumidores y por razones sociales y culturales. (p.6)

"Se ha previsto que para el año 2050 se debe aumentar en un 30% los rendimientos del frijol a nivel mundial para satisfacer la demanda de la población que habrá crecido enormemente" (Palomino, 2012, como se cita en Cantoro, 2015, p. 6). "Otra de las preocupaciones a lo cual nos enfrentamos es el cambio climático, con un aumento de 1.4 y 3°C para el 2050" (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007; Rowlands et al., 2012, como se cita en Cantaro, 2015, p. 6), "y sequias que afectara a las dos terceras partes de las zonas productoras de frijol en el mundo" (Beebe, et al. 2012, como se cita en Cantaro, 2015, p. 6).

Acosta - Gallegos et al. (2007, como se cita en Cantaro, 2015), en relación a dicho cambio climático, indica que:

> Tendrán efectos perjudiciales sobre la productividad del frijol común y afectará el desarrollo de enfermedades en el cultivo. Para cumplir con este reto además de aumentar los rendimientos se debe buscar reducir las pérdidas en la agricultura de los países de bajos insumos. También se deben hacer mejoramiento del frijol buscando en los parientes silvestres del cultivo como una nueva fuente de varianza genética frente al ya tradicional mejoramiento a partir de variedades locales o mejoradas, los genes que nos permitan obtener variantes genéticas novedosas, como la resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia al estrés abiótico, etc. (pp. 6-7)

Del mismo modo, Shisanya (2002, como se cita en Cantaro, 2015), manifiesta que debido al:

> Cambio climático, en algunas zonas del mundo se está cambiando la producción del frijol común por otras especies estrechamente relacionadas como el pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en el noreste semiárido de Brasil y el frijol tepary (*Phaseolus acutifolius* L.*)* en las tierras áridas y semiáridas de Centroamérica y Kenya. (p. 7)

"Aunque por sus características agronómicas, el frijol tepary puede ser un cultivo ideal para el oriente medio y el pallar en el sur de Asia, aunque los dos pueden crecer muy bien en América tropical, el Caribe y África" (Cantaro, 2015, p. 7).

Valladolid et al. (1999, como se cita en Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR, 2012), señala que:

> De la gran diversidad de variedades de frijoles con que cuenta el Perú adaptados a diferentes ambientes y épocas del año; son el "caupi", "castilla" o "chileno" y el "frijol de palo" los que se han constituido en los dos tipos más demandados por los consumidores internacionales y en los principales productos agrícolas de la exportación peruana (p. 6)

Tumi (2008, como se cita en Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR, 2012), manifiesta que:

> Las menestras con demanda externa como frejol caupi, frejol de palo, frejol común, se cultivan principalmente en la costa, donde se registran incrementos de producción en los últimos cinco años de 0.8 a 2 tn/ha. Sin embargo; la productividad promedio nacional se encuentra en 1.2 t/ha. (p. 6)

1.2.7 Clasificación taxonómica del frijol castilla

Según la Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), el frijol castilla, taxonómica se clasifica en:

Reino	: Vegetal
Clase	: Angiospermae
Subclase	: Dicotyledoneae
Orden	: Leguminosae
Familia	: Fabaceae
Género	: Vigna
Especie	: *Unguiculata* (L). Walp (Ospina 1995)
Nombre científico	: *Vigna unguiculata* L. Walp
Nombre común	: Caupi, castilla, chileno. (p. 7)

1.2.8 Características botánicas del frijol castilla

a. Raíz

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), revela que la raíz es:

> Profunda y pivotante (hasta 1.95 m.), tiene abundantes ramificaciones laterales, pudiendo alcanzar una longitud de 1.40 m., por lo que las plantas pueden absorber mayor cantidad de agua y nutrientes en comparación a los frijoles comunes. En sus raíces crecen los nódulos, que son protuberancias donde viven las bacterias del género Rhizobium que son las encargadas de fijar el nitrógeno del aire y que la planta utiliza para su nutrición. (p. 7)

b. Tallos y ramas

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), manifiesta que:

> Los tallos y las ramas presentan una forma cilíndrica con ligeros bordes, algunas veces son glabros (sin pubescencia) y huecos, presentan diferente coloración de acuerdo a la especie. El número de entrenudos y guías o ramas laterales es variado y en los tipos indeterminados al crecer las ramas laterales tienden a enrollarse y entrelazarse. La ramificación se origina en la parte basal del tallo y comienza a los 15 o 20 días después de la emergencia. La planta presenta diferentes hábitos de crecimiento: erecto, semierecto, postrado y semipostrado. El tamaño de la planta varía entre 25 cm. (tipos erectos) y 80 cm. (tipos semierectos). En los postrados, no se registra altura de planta. (pp. 7-8)

c. Hojas

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), manifiesta que:

> Las hojas primarias o embrionarias son unifoliadas y crecen de manera opuesta y las hojas verdaderas son trifoliadas. La forma de los foliolos puede ser lineal, lanceolada u ovalada. La orientación de las hojas es de tipo plano en las variedades cultivadas y erectas en las variedades silvestres. El área foliar se incrementa con la edad de la planta. El número de hojas producido por cada planta es alto, de ahí que el fríjol caupi pueda usarse como forraje o abono verde. En la etapa de fructificación las hojas caen, este proceso se acentúa cuando existe déficit de agua. (p. 8)

d. Inflorescencia y flor

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), manifiesta que:

> El primer tallo floral se origina en la axila, entre las hojas y el tallo, se desarrolla en la parte media de las plantas; a partir de esta, la floración progresa hacia arriba y hacia abajo. Las flores se dan en pequeños racimos y dependiendo de la variedad, son: blancas, blancas con manchas moradas, moradas o amarillas. Presentan 5 pétalos que reciben nombres específicos, un estandarte, dos alas y dos pétalos soldados que forman la quilla. Las flores son hermafroditas, por lo que son preferentemente autogamas. Sin embargo, existe un 5 % de polinización cruzada, principalmente por insectos. (p. 8)

e. Fruto

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), señala que el fruto es:

> Una vaina lineal o encorvada que alcanza un tamaño de 10 a 25 cm. de longitud y de 1.5 a 3.2 cm. de diámetro. Contiene de 6 a 21 granos por vaina. Las vainas pueden ser de color verde o presentar moteados púrpura o rojizo en sutura y valvas. Las valvas están adheridas al pedúnculo formando ángulos de 30 a 90º; son erectos o colgantes, dependiendo del ángulo que formen. Por su forma las vainas pueden ser derechas o presentar cierto grado de curvatura. Generalmente en cada tallo floral sólo 2 ó 3 flores se convierten en vainas y el lapso en que las semillas se desarrollan en las vainas, es de 20 a 25 días. (p. 8)

f. Semilla

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), señala que la semilla:

> Comprende la cubierta o cáscara, los cotiledones, el embrión y el hilio u ojo de semilla. Difiere en cuanto a color pueden ser: crema, marrón rojizo, negro y en algunas variedades presentan manchas pequeñas de diferente tamaño; y en forma de aspecto redondo, oval y cuadrada. Su textura es lisa, áspera o rugosa. El tamaño está determinado por el peso de 100 semillas. (p. 9)

1.2.9 Requerimientos edafoclimáticos del frijol castilla

a. Suelo

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), manifiesta que:

> El frijol caupi, desarrolla mejor en suelos de textura franca (arcilloso, arenoso y limoso). Suelos arcillosos tienden a la compactación y genera problemas de drenaje. Los suelos arenosos son muy pobres en nutrientes, los fertilizantes se pierden fácilmente y requieren de mayor cantidad de agua. Los suelos deben tener baja salinidad (menor de 1.5 mmhos./cm.) y un Hp. entre 6.0 a 7.5. Es recomendable realizar periódicamente un análisis completo de los suelos para mejorar las condiciones de manejo, sobre toda actualizar los programas de fertilización. El fríjol caupi es una planta rustica que se adapta a una gran diversidad de suelos, puede tolerar la acidez (Ph 5.5.a 6.6.) pero no la alcalinidad ni la salinidad ni suelos con mal drenaje. Prospera bien en suelos ligeros, bien drenados, profundos, de fertilidad media a alta. (p. 10)

Respecto a las exigencias de suelo, El Labrador (2012, como se cita en Moreno, 2020), señala que:

> El frijol castilla o caupí es una planta rústica, que se adapta a una gran diversidad de suelos, puede tolerar la acidez, pero no la alcalinidad ni salinidad. Prospera bien en suelos ligeros, bien drenados, profundos, de fertilidad media a alta, con un pH neutro a ligeramente ácido. No tolera suelos con mal drenaje. (p. 4)

b. Temperatura

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), manifiesta que:

> El frijol caupi puede prosperar entre los 18 °C y 40 °C, con un rango óptimo entre 20 °C y 35 °C. No tolera las heladas y las temperaturas mayores a 40 °C afectan el cuajado de las flores y el desarrollo de las vainas. Temperaturas menores de 18 °C afectan el crecimiento de la planta. La temperatura óptima del suelo para una adecuada germinación es de 21 °C. (p. 10)

c. Luminosidad

Según El Labrador (2012, como se cita en Moreno, 2020), el cultivo frijol castilla es "sensible a días largos. El fotoperiodo óptimo para la inducción de la floración es de 8 a 14 horas. La reducción de la luz propicia un desarrollo achaparrado o rastrero de la planta, con un efecto negativo en los rendimientos" (p. 4).

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), manifiesta que:

> Una buena luminosidad favorece el cuajado de los frutos y fortalece el aumento de la producción. El fotoperíodo óptimo para la inducción de la floración es de 8 a 14 horas. La reducción de la luz propicia un desarrollo achaparrado o rastrero de la planta, con un efecto negativo en los rendimientos. (p. 10)

d. Humedad

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), manifiesta que:

> Es resistente a la sequía y una excesiva humedad ambiental favorece la proliferación de enfermedades. Asimismo, puede ocasionar el manchado de los granos cuando las cosechas coinciden con las épocas de alta humedad o lluvias. La humedad del suelo es un factor importante en las primeras etapas de desarrollo de las plantas y su falta o exceso en la floración ocasiona caída de flores, reduciendo la producción significativamente. (p. 10)

Según El Labrador (2012, como se cita en Moreno, 2020), el frijol castilla "resiste a sequías, la humedad del suelo es un factor importante durante las primeras etapas de desarrollo de las plantas y su falta o exceso en la floración ocasiona caída de flores, reduciendo la producción significativamente" (p. 4).

1.2.10 Manejo agronómico del frijol castilla

a. Época de siembra

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), manifiesta que "el frijol caupí, se adapta a distintas épocas de siembra. Esta

característica ha permitido diversificar la oferta, mejorar la productividad y calidad de grano" (p. 14).

b. Densidad de siembra

La densidad de siembra, es la cantidad de semilla que se utiliza por una unidad de área, al respecto la Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), señala, que es un factor de:

> Vital importancia de su correcta aplicación dependerá mucha la población de plantas adecuada para asegurar una buena producción, para lo cual se empleará una alta dosis de siembra que puede variar entre 50 a 60 Kg. de semilla por hectárea depositando 03 a 04 semillas por golpe a una profundidad máxima de 7 cm. Los distanciamientos están en función del hábito de crecimiento de las plantas y de las variedades a sembrar, ver Tabla 1.2. (p. 13)

Tabla 1.2

Distanciamiento de siembra por variedad

Distanciamiento (m)		**Vaina blanca**	**Vaina blanca**
Surcos simples	Entre surcos	0.5	0.6
	Entre surcos	0.2	0.2
Surcos dobleso mellizos	Entre hileras	0.4	0.5
	Entre paresde hileras	0.9	1.0
	Entre golpes	0.2	0.2
Semillas por golpe		3 - 4	3 - 4
Semillas km./ ha.		55 - 60	50 - 55
Semillas por metro lineal (siembra mecanizada)		15 - 18	15 - 18
Densidad de siembra(plantas / ha.)		250,000	250,000

Fuente. Adaptado de manual de cultivo frijol caupi (p. 13), por Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR, 2012. https://www.academia.edu/36670560/Manual_de_cultivo_de_frijol_caupi.

c. Semilla

Respecto a la obtención de semillas de calidad, la Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), señala que:

Para lograr el éxito de la producción, se debe utilizar semilla de calidad, preferentemente certificada para evitar pérdidas de rendimiento ocasionadas por virosis. El virus de mosaico severo, es una enfermedad que de transmite por las semillas y causa pérdidas entre el 40 y 80 % de rendimiento. (p. 12)

Tabla 1.3

Tratamiento de semillas

Ingrediente activo	Tipo de producto	Dosis
Tolcloflos metil + thiram o Flutolanil + captan	Fungicida	4 gr.7Kg de semilla
Acefato	Insecticida	4 gr.7Kg de semilla

Fuente. Adaptado de manual de cultivo frijol caupi (p. 12), por Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR, 2012.

En relación del tratamiento de semillas de calidad, la Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), señala que:

> El grano de semilla, contiene un gramo de fungicida para su conservación y almacenamiento. Razón por el cual, las semillas se deben de proteger a fin de prevenir el ataque de hongos como: Rhizoctonia, Fusarium, Sclerotium e insectos plaga como: gusanos de tierra (*Agrotis ypsilon*, Feltia, otros) y grillos. Para lo cual de utilazrá una mezcla de fungicida más un insecticida en las dosis que se indican en la Tabla 1.3. (p. 12)

d. Siembra

La siembra es una labor de mucha importancia, que consiste en depositar la semilla en un suelo debidamente preparado. Al respecto, la Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), señal que existen:

> **Siembra manual o método tradicional.** Se utiliza una lampa pequeña o barretón, colocándola el grano a una profundidad de 5 a 7 cm. al lado de la costilla del surco. En caso de producirse fallas en el campo se procederá a la resiembra respectiva, que se hará únicamente en el golpe donde no existe ninguna plántula y máximo hasta 03 días después de la emergencia. Es

recomendable para pequeños productores que disponen de terrenos de hasta 4 ha. Más allá, se hace muy dificultoso el control del personal sembrador, lo que origina muchas veces surcos vacíos e incremento de "fallas" o uso excesivo de semillas "muchas semillas por golpe" que implica posterior resiembras o raleos, respectivamente, además del costo que implica estas labores.

Siembra mecanizada. Esta modalidad permite uniformizar la germinación y lograr distanciamientos muy precisos, entre la población de plantas. El número de semillas depositadas por metro lineal es de 15 a 18 granos. Adicionalmente, permite depositar las semillas y el abono de fondo a la profundidad adecuada y simultáneamente logrando un mejor aprovechamiento de este insumo por parte del cultivo, se aprovecha mejor la humedad del suelo y permite un considerable ahorro de tiempo y dinero por esta labor. (p. 13)

e. Fertilización

La fertilización es una actividad de suma importancia, que consiste en restituir la fertilidad del suelo, al respecto, la Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), señal que:

> La fertilización tiene por finalidad nutrir a la planta con los elementos que necesita para lograr el máximo vigor de crecimiento y desarrollo de sus estructuras, que permitan lograr su máxima producción y cantidad de producto. Existen dos tipos de fertilización aplicada en la producción del frijol caupí: al suelo y foliar.
>
> **Fertilización al suelo**. Se realiza en el momento de la siembra en forma mecanizada o manual. La fórmula de fertilización es la siguiente: 30 a 40 - 40 a 60 – 30 kg/ha de N-P-K
>
> **La fertilización foliar**. Es una práctica complementaria a la fertilización al suelo, siendo importante para fortalecer a la planta, sobre todo en las épocas de alto requerimiento de macronutrientes y microelementos. (p. 15)

f. Control de malezas

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), respecto al control de malezas, señal que:

> Es importante mantener el campo libre de malezas. Para que las plantas aprovechen al máximo los fertilizantes, la floración sea vigorosa, y lograr máximo llenado de grano, no debe haber competencia con plantas extrañas. Es preferible el control mecánico de las malezas antes del periodo crítico de crecimiento, floración y llenado de grano, se debe considerar como periodo crítico hasta los 35 o 45 días después de la siembra. (p. 17)

g. Aporque

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), respecto al aporque, señal que:

> Es recomendable dos a tres aporques por campaña, dependiendo de las condiciones físicas del suelo, ya que esta labor facilita la aireación del suelo (oxigenación o intercambio gaseosos), crecimiento de las raíces, remueve las malezas, y favorece la fijación biológica del nitrógeno atmosférico. (p. 17)

h. Manejo de plagas y enfermedades

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), en relación al control fitosanitario, señal:

> **Control cultural**. Buena preparación de suelos, fertilización adecuada, abonamientos, riegos, aporques y deshierbes oportunos.
>
> **Control etológico.** Colocación de trampas amarillas fijas (tres trampas por ha) y móviles.
>
> **Control mecánico.** Eliminación de plantas severamente atacadas o hospederas de plagas y enfermedades.
>
> **Control genético.** Uso de semillas certificadas provenientes de variedades de alto rendimiento y adaptables a las condiciones de la zona.

Control biológico. Protección de enemigos naturales de las plagas, mediante aplicaciones selectivas de productos químicos, recolección y liberación de coccinélidos, etc.

Control químico. Incidir en el control preventivo, con aplicaciones de azufre para el caso de enfermedades y medidas preventivas, pero con productos selectivos y previa evaluación sanitaria. (p. 18)

i. Cosecha

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), respecto a la cosecha, señal que:

> De esta labor depende mucho la calidad del producto. Un apresuramiento en la cosecha producirá el arrugamiento y manchado de los granos por el verdor del follaje, sin embargo, no cosechando en su momento oportuno el grano, sufrirá la infestación del gorgojo de los granos que colocarán sus posturas en la parte externa de éste e infestarán posteriormente los almacenes. (p. 22)

La Dirección Regional de Agricultura de Piura y ASPROMOR (2012), respecto al proceso de la cosecha, señal:

a) Arranque de plantas. Se realiza con el 95 % de vainas secas, esto permite acelerar el secamiento de plantas y del grano. Se realiza en forma manual engavillando las plantas cada 6 surcos y mecánicamente.

b) Secado. Dependiendo de la radiación solar, dejar las "parvas" al sol entre 2 a 4 días hasta que el grano alcance una humedad del 14 %. Esto se detecta en el campo, introduciendo la uña en el grano; si ésta no entra con facilidad, se determina que está listo para la siguiente labor.

c) Trilla. Manual (uso del garrote), cuando las vainas se abren fácilmente al presionarlas con la mano. Se debe utilizar mantas para evitar que el grano se contamine con el suelo y pierda calidad. Empezar esta labor de preferencia a

partir de las 11 a.m. para facilitar el desgrane y reducir las pérdidas por granos quebrados.

d) Venteo y preselección del grano. Consiste en eliminar los materiales indeseables que están contaminando el grano. Se realiza mediante venteo (natural aprovechando el viento o usando el ventilador de una pulverizadora a motor), y zarandas. (p. 22)

1.2.11 Características del frijol castilla

Zapata (2007), respecto a la importancia del cultivo de frijol castilla o caupí, manifiesta que:

> El caupí (*Vigna unguiculata*), variedad Vaina Blanca, es una leguminosa con buena aceptación para la exportación, y junto con el frijol de palo (*Cajanus cajans*), se constituyen como las menestras que más se exportan en nuestra región Lambayeque, la cual aporta el 80% de la exportación de frijol de palo procesado y más del 40% de la oferta de las otras menestras de grano seco, constituyéndose en la región más importante en las exportaciones de menestras del país. El grano de caupí, posee como característica nutricional 22% a 25% de proteínas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono y fibra. (p. 1)

Zapata (2007), en relación al origen del cultivo de frijol castilla o caupí, manifiesta que:

> El caupí Vaina Blanca, es una variedad obtenida en la Estación Experimental Agraria Vista Florida-Chiclayo en el año 1984, mediante una selección masal de la variedad local “Boca Negra". Fue evaluada durante 3 años en diferentes localidades y en campo de productores, destacándose por su buen rendimiento y granos de buena calidad. Después de 22 años, es una variedad que sigue manteniendo su gran potencial de rendimiento y aceptación por los productores y exportadores. Es una variedad, muy difundida en todas las zonas productoras de esta menestra, sobre todo en la costa y selva. (p. 1)

Zapata (2007), en relación a las características del cultivo de frijol castilla o caupí, manifiesta que:

Hábito de crecimiento	: Arbustivo (tipo II b)
Altura promedio de planta	: 80 - 90 cm
Color de alas de la flor	: Blanco liláceo
Días a la floración	: 40 - 45
Color de grano	: Crema con hilium negro
Tamaño de grano	: Mediano
Peso promedio de 100 semillas	: 20 - 22 g
Número de granos por vaina	: 12
Número vainas por planta	: 12 - 14
Perfil predominante de la vaina	: Recta
Rendimiento comercial	: 2 000 kg/ha
Rendimiento potencial	: 2 500 - 2 800 kg/ha
Periodo vegetativo	: Verano: 75 - 85 días
	Invierno: 105 - 120 días (p. 1)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del Experimento

2.1.1 Ubicación política.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro experimental de Pichari de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de Ingeniería Agroforestal perteneciente al distrito de Pichari, provincia la convención, región Cusco.

2.1.2 Ubicación Geográfica.

Altitud : 563 msnm

Latitud : 12°31'39.63"S

Longitud : 73°50'22.92"O

2.2 Antecedentes del Terreno

En el centro experimental de Pichari se ha realizado cultivos anuales bianuales y perennes y entre estos destaca los cultivos de maíz, frijol durante los años (2014-2020) cultivo de plátano, (2010 – 2024) cultivo de cacao (2010 – 2021)

2.3 Análisis Físico y Químico del Suelo

En la tabla 4. Según el porcentaje de arena limo y arcilla correspondiente a un suelo de clase textural franco. Para el análisis del suelo, se tomó muestras de suelo de 20 cm. de profundidad, en diferentes puntos que representaban la superficie experimental de los terrenos de propiedad de la UNSCH; se remitió un kilo de muestra

al Laboratorio de análisis de suelos, aguas y foliares – LABSAF canaan, cuyo resultado se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2.1

Análisis Físico Químico del campo experimental de Pichari baja de la UNSCH (563 msnm) 2023

COMPONENTE	CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
pH (H_2O)	6.7	Neutro
M.O (%)	7.20	Alto
Nt (%)	0.40	Muy bajo
P (ppm)	32.80	Alto
K (ppm)	130.10	Muy Alto
Arena (%)	47	
Limo (%)	34	Clase textural
Arcilla (%)	19.8	Franco

Fuente. Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Foliares – LABSAF canaan

En la Tabla 2.1, se observa que el pH, determinado en H_2O, corresponde a un suelo Neutro, el cual no tiene restricción para el cultivo del frejol.

2.4 Análisis del guano de isla

Las características químicas del guano de isla fueron analizados cuyos resultados se observan en la Tabla 2.2

Tabla 2.2

Análisis químico del guano de isla 2023

Fuente de Estiércol	(%)					
	pH	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**	**Ca**	**Mg**
Guano de Isla	8.46	4.41	2.81	2.32	6.87	2.42

Fuente. Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Foliares – LABSAF canaan

2.5 Condiciones Climáticas

Los datos meteorológicos fueron registrados en el observatorio climatológico de la estación meteorológica de Pichari -DRAC, los datos corresponden a las temperaturas y precipitaciones del año 2022-2023. El clima de la localidad donde se realizó el ensayo es de ceja de selva del distrito de Pichari y la provincia de La Convención, siendo clasificado como subtropical, influenciado en gran parte por la presencia de la cordillera oriental de los andes y el llano amazónico, con un potencial biodiverso forestal y cultivos perennes agroindustriales existentes en la zona del ensayo, que le dan las características climáticas especiales a la zona. La temperatura máxima promedio durante el experimento fue de 35.06 °C, temperatura mínima promedio alcanzando fue de 19.16 °C. La precipitación total registrada durante el trabajo experimental fue de 1316.1 mm de lluvias y alta humedad relativa (90 a 95 %). Características apropiadas para el cultivo del frejol.

La fisiografía de la localidad donde se ejecutó el ensayo presenta relieve ligeramente con pendiente y los suelos muestran características altamente susceptibles a la erosión por la intensidad de las lluvias escorrentía de las avenidas y la deforestación cada vez mayor en la zona. Los suelos en el área del ensayo son Neutros y franco arcilloso.

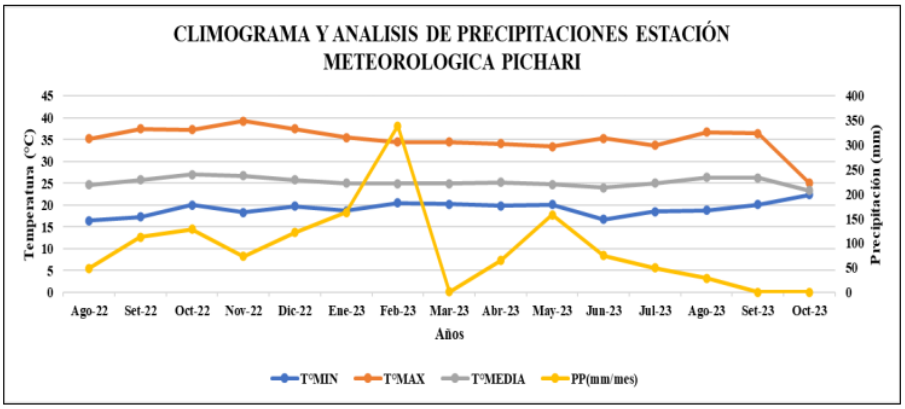
Tabla 2.3

Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2023, Estación Meteorológica de Pichari

Año	2022					2023								
Meses	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT
T°MIN	16.4	17.3	20	18.3	19.7	18.7	20.5	20.2	19.8	20.1	16.7	18.5	18.8	20.1	22.4
T°MAX	35.2	37.5	37.3	39.3	37.5	35.5	34.5	34.5	34.1	33.4	35.3	33.7	36.7	36.4	25
T°MEDIA	24.61	25.80	27.01	26.73	25.75	25.01	24.90	24.89	25.17	24.77	24.03	25.07	26.37	26.21	23.36
PP(mm/mes)	49	113	128	72.8	122	163	339	1.3	64.7	158	74.7	50.1	29.1	0.1	0

Figura 2.1

Información meteorológica de temperaturas y precipitaciones de 2022-2023



En la figura 2.1, se observa la información de las características meteorológicas en la localidad del ensayo durante el tiempo de propagación del frejol con variaciones de temperatura y precipitaciones; el promedio de temperatura máxima fue de 35.06 °C, el promedio de temperatura media fue de 25.31 °C y el promedio de temperatura mínima fue de 19.16 °C; mientras que la precipitación alcanzo un total de 1316.1 mm., las mayores cargas pluviométricas se dan desde diciembre, enero y febrero. En los meses de mayo, junio, julio y agosto son de menor valor de precipitación, pero en la zona del VRAEM, la humedad relativa esta entre los 95 a 98 %. En estas características ombrotermicas no existe deficiencia en humedad en el cultivo de frejol, las condiciones climáticas fueron apropiadas para el cultivo en la germinación, desarrollo vegetativo, floración y maduración del grano. La temperatura óptima para su desarrollo es de máxima de 29 °C. y una mínima de 21 °C y requiere una precipitación durante el desarrollo del cultivo de un total de 350 mm. La semilla permite que se siembre tanto en suelos bien preparados como en suelos con mínima labranza (Sanabria, 2003, p. 11).

2.6 Aplicación de los Dosis de Guano de Isla

a. Aplicación de dosis de guano de isla

Según AGRORURAL (2018), el frijol requiere un nivel de abonamiento de 100-70-70 kg/ha de N- P2O5 - K2O: Asimismo, para un rendimiento de 1.5 a 2.0 t. ha^{-1}, extrae 98 kg ha^{-1} de N, 41 kg ha^{-1} de P2O5, 78 kg ha^{-1} K2O, 25 kg ha^{-1} de CaO, y 16

kg ha^{-1} de MgO, en consecuencia, se recomienda utilizar 900 kg ha^{-1} de guano de las islas, a fin cubrir todo el requerimiento de nitrógeno, fósforo y parte del potasio; la diferencia, cubrir con otra fuente de potasio (p. 105). En este caso particular, el propósito de la investigación es conocer la influencia del guano de las islas, sin acudir otra fuente de nutriente, a fin de obtener producto orgánico. Asimismo, el Centro Experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal – Sede Pichari, posee 98.7 ppm de K disponible (Poma, 2020, p. 36), en tal sentido, no requiere incorporar otra fuente de abono potásico.

b. Variable independiente

Indicadores (tratamientos):

- 0.0 t. ha-1 de guano de las islas
- 0.5 t. ha-1 de guano de las islas
- t. ha-1 de guano de las islas
- 1.5 t. ha-1 de guano de las islas
- 2.0 t. ha-1 de guano de las islas
- 2.5 t. ha-1 de guano de las islas

c. Variable dependiente

Producción de frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp).

- Altura de planta (cm)
- Número de ramas por planta
- Número de vainas por planta
- Longitud de vaina (cm)
- Número de semillas por vaina
- Peso de 1000 semillas (g)
- Rendimiento por ha (kg)
- Índice de cosecha (%)

d. Operacionalización de variables

Tabla 2.4

Operacionalización de variables en estudio

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
Niveles de guano de isla	1. Cinco niveles de guano de isla	0.0 t. ha^{-1} de guano de isla 0.5 t. ha^{-1} de guano de isla 1.0 t. ha^{-1} de guano de isla 1.5 t. ha^{-1} de guano de isla 2.0 t. ha^{-1} de guano de isla 2.5 t. ha^{-1} de guano de isla

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores
Producción de frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp)	1. Parámetros de productividad	Altura de planta (cm) Número de ramas por planta Número de vainas por planta Longitud de vaina (cm) Número de semillas por vaina Rendimiento por ha (kg) Índice de cosecha (%)

Fuente: Elaboración propia

2.7 Características Productivas de Frijol Castilla

a. Altura de la planta (cm). Para obtener la información del tamaño de la planta, utilizando el flexómetro se efectuó la medición desde la base hasta el ápice de la planta, a nivel del surco central de cada parcela, cuyos resultados fueron expresados en centímetros (cm). Por cada repetición se midió 5 plantas representativas del surco central.

b. Número de ramas por planta. Para obtener dicha información, se contabilizó la cantidad de ramas que poseen cada planta, a nivel del surco central de cada parcela, cuyos resultados serán expresados en número de ramas por planta (N° de ramas/planta). Por cada repetición se contó 5 plantas representativas del surco central.

c. Número de vainas por planta. Para obtener dicha información, se contabilizó la cantidad de vainas que poseen cada planta, a nivel del surco central de cada parcela, cuyos resultados serán expresados en número de vainas planta (N° de vainas/planta). Por cada repetición se contó el número de vainas de 5 plantas representativa del surco central.

d. Longitud de vaina (cm). Para obtener la información de la longitud de vaina, una vez cosechada las vainas, a nivel del surco central de cada parcela, utilizando un vernier se efectuó las medidas correspondientes, cuyos resultados fueron expresados en centímetros (cm). Estas medidas se efectuaron en 10 vainas de cada repetición.

e. Número de semillas por vaina. Para obtener dicha información, se contabilizarán la cantidad de semillas que posee cada vaina, a nivel del surco central de cada parcela, cuyos resultados serán expresados en número de semillas por vaina (N° de semillas/vaina). Por cada repetición se contó el número de semillas 10 vainas del paso anterior.

f. Peso de 1000 semillas. Se contó 1000 semillas pesándolos por cada repetición de su respectivo tratamiento de un lote correctamente homogenizado.

g. Rendimiento de frijol (kg ha^{-1}). Para obtener el rendimiento de grano por hectárea, una vez cosechada y trillada las vainas, a nivel del surco central de cada parcela, utilizando una balanza analítica se efectuó el pesaje correspondiente, cuyos resultados fueron expresados en kilogramos por hectárea (kg ha^{-1}).

h. Índice de cosecha (%). Para obtener la información del índice de cosecha, una vez cosechada y trillada las vainas y obtenida el rendimiento biológico, es decir el peso seco de la planta (follaje + grano) y el rendimiento agronómico (peso fresco de grano), a nivel del surco central de cada parcela, utilizando la siguiente fórmula matemática se efectuará el cálculo del índice de cosecha (%). Por cada repetición se contó el número de 5 plantas representativas del surco central.

$$IC = \frac{Peso\ seco\ (follaje+grano)}{Peso\ grano} \text{ x } 100$$

2.8 Tratamientos:

De la aplicación de los factores en estudio, se tiene en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

Tratamiento en estudio

Nº	Tratamientos	Descripción
1	T1 = a.1	0.0 t. ha^{-1} de guano de isla (testigo)
2	T2 = a.2	0.5 t. ha^{-1} de guano de isla
3	T3 = a.3	1.0 t. ha^{-1} de guano de isla
4	T4 = a.4	1.5 t. ha^{-1} de guano de isla
5	T5 = a.5	2.0 t. ha^{-1} de guano de isla
6	T6 = a.6	2.5 t. ha^{-1} de guano de isla

2.9 Esquema de distribución de las unidades y el campo experimental:

En el siguiente gráfico se puede apreciar el esquema de distribución al azar de las unidades experimentales en el campo experimental.

El campo experimental tiene las siguientes características:

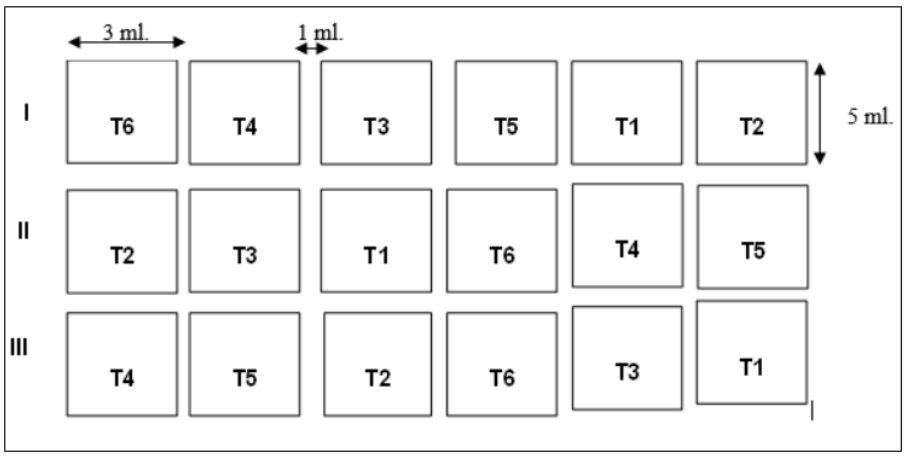
Largo de la parcela	: 5.00 m
Ancho de la parcela	: 3.00 m
Área de la parcela	: 15.00 m^2
Ancho del surco	: 0.60 m
Distancia entre golpes	: 0.3 m
Orientación del surco	: Surco vertical
Número de surcos por parcela	: 5.0 surcos
Número de surcos a evaluar	: Surco central

Número de bloques	: 3 bloques
Número de parcelas (U. E.)	: 18
Ancho de la calle entre bloques	: 1.00 m
Ancho del campo experimental	: 17.00 m
Largo del campo experimental	: 23.00 m
Área toral del campo experimental	: 391.00 m^2

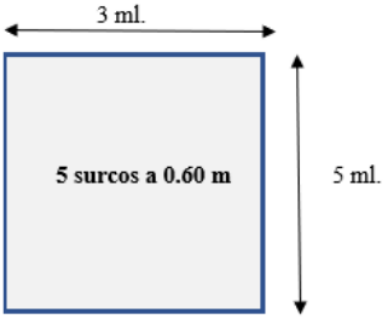
2.10 Croquis de campo experimental y distribución de los tratamientos

Figura 2.2

Esquema de campo experimental



A. Unidad experimental



2.11 Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El trabajo de investigación, se instaló utilizando el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 5 tratamientos de niveles de guano de isla, más un testigo, con 3 repeticiones (5N + 1T x 3r), con un total de 18 unidades experimentales. En el análisis estadístico se efectuó el análisis de varianza de los factores en estudio y su correspondiente prueba de contraste; las otras variables de interés serán analizadas mediante las medidas de asociación, es decir prueba de independencia y correlaciones, según corresponde.

El Modelo Aditivo de experimento es:

$$y_{ij}: \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} : Observación de la j-ésimo nivel del abono orgánico y en el i- ésimo bloque.

μ : Media general.

β_i : Efecto del i-ésimo bloque.

τ_j : Efecto principal de la j-ésima nivel del abono orgánico.

ε_{ij} : Error experimental.

2.12 Instalación y Conducción del Ensayo

2.12.1. Actividades preliminares

Las actividades preliminares consistieron en limpiar el área destinada para el trabajo de investigación, retirando los objetos que puedan obstaculizar en la demarcación y preparación del campo experimental. Esta labor se realizó el 10 al 11 de julio del 2023

2.12.2. Demarcación de campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó utilizando wincha, cordel, estacas y yeso, de acuerdo al diseño experimento, delimitando los bloques, las parcelas y las calles (labor ejecutada el 12 de julio 2023)

2.12.3. Preparación del terreno

Se realizó previo a la siembra, con la ayuda de las herramientas de labranza se habilitarán los surcos. En cada unidad experimental según el croquis del experimento. Se preparó el 14 de julio 2023

2.12.4. Adquisición de semilla

La semilla de frijol castilla, se compró en una tienda comercial, de tal modo se garantizó la calidad apropiada y adaptada a la localidad.

2.12.5. Siembra

Consistió en depositar las semillas en suelo previamente preparado, a una distancia de 0.60 m entre surco y 0.30 m entre golpes se depositó tres semillas por golpe en el fondo del surco, labor realizada el 14 de julio 2023.

2.12.6. Fertilización

La fertilización consistió en incorporar las diferentes dosis de guano de las islas, a nivel de cada parcela experimental según los factores en estudio (14 de julio 2023).

2.12.7. Riego

Por la alta humedad de la localidad y las lluvias esporádicas que se dan en la localidad no fue necesario riego alguno

2.12.8. Deshierbe

El deshierbe, se llevó a cabo en forma manual por dos veces a los 25 dds y a los 55 dds evitándose la fuerte competencia de las malezas.

2.12.9. Aporque

Considerando que el experimento se desarrolló bajo las condiciones del Valle de Río Apurímac y Ene, no se aplicó dicha práctica agrícola.

2.12.10. Control fitosanitario

El control fitosanitario de prevención y erradicación, se llevó a cabo de acuerdo a la presencia de las plagas, aplicando productos acordes a los requerimientos de control. Este control se efectuó dos veces a los 26 dds y a los 56 dds con los productos químicos: Regent® SC-2ml-2.5ml dosis L/Ha; con volumen de aplicación de 250L/Ha.

2.12.11. Cosecha y recolección de datos

La cosecha se efectuó a la madurez de cosecha de las vainas esta actividad se realizó el 18 de setiembre del 2023 a los 96 dds, llevándose a cabo manualmente para luego llevar a un tinglado por 5 días para poder obtener la semilla seca al 14 % de humedad.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables de precocidad

A. Fenología del Cultivo

Tabla 3.1

Análisis descriptivo de la fenología del cultivo de frejol Catilla en número de días después de la siembra (ndds) en los diferentes tratamientos. Pichari 563 msnm

Tratamientos Guano de Isla	Emergencia	Hojas trifoliadas	Plena Floración	Madurez Fisiológica	Cosecha
0.0 t kg ha^{-1}	9 -12	10-15	50 – 65	72-80	96
0.5 t kg ha^{-1}	9 -12	10-15	50 – 65	72-80	96
1.0 t kg ha^{-1}	9 -12	10-15	50 – 65	72-80	96
1.5 t kg ha^{-1}	9 -12	10-15	50 – 65	72-80	96
2.0 t kg ha^{-1}	9 -12	10-15	55 – 70	75-84	101
2.5 t kg ha^{-1}	9 -12	10-15	55 – 70	75-84	101

Las actividades agrícolas como la siembra, manejo agronómico y cosecha guardan estrecha relación con la fenología del cultivo. La fenología del frejol y otros cultivos guardan la importancia en que se pueda fijar las diversas actividades en el manejo agronómico. En la tabla 3.1, se observa que la madurez fisiológica se da entre los 72 a 82 dds, la cosecha se inició a partir de los 96 a 99 dds. Cuando los niveles de guano de isla son mayores la madurez fisiológica se da un a los 75 a 84 dds y su cosecha a los 101 dds, es en este periodo al cosechar se almacenó en un tinglado durante 5 días para su secado hasta que el grano alcanzó una humedad de 14 %.

Urribarri (2022) Reporta los estados fenológicos del crecimiento y desarrollo del frejol variedad Red King, este alcanza la madurez fisiológica a partir de los 62 a 79 días dando oportunidad al consumo escalonado de este cultivo muy apreciado por el poblador de selva. Por el efecto de la densidad y los niveles de Guano de isla, existe una ligera precocidad para los tratamientos sin abonamiento orgánico. Según las etapas fenológicas de desarrollo del cultivo son diez, cinco de desarrollo vegetativo y cinco de desarrollo reproductivo, siendo que el número de días para las variedades mejoradas actuales oscilan entre 62 a 77 días a madures después de la siembra. (p. 31)

3.2 Variable de productividad

B. Altura de planta

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la altura de planta en el frejol castilla por efecto de los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari 563 msnm

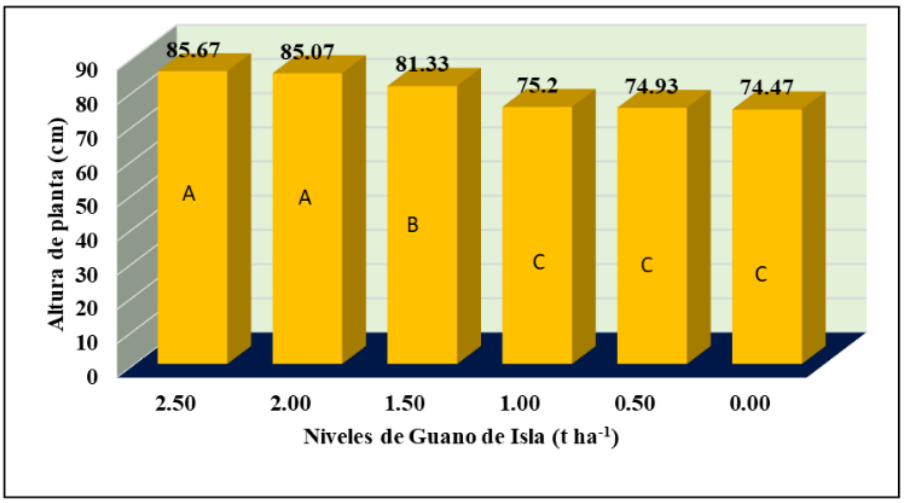
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Bloque	2	5.92	2.96	9.84	0.0043 **
Tratamiento	5	411.11	82.22	273.26	<0.0001 **
Error	10	3.01	0.30		
Total	17	420.04			

C.V. = 0.69 %

La tabla 3.2, del análisis de variancia muestra alta significación estadística en la altura de planta en los diferentes tratamientos, existe respuesta a los diferentes niveles de guano de isla en la variable en estudio. El coeficiente de variación es de 0.69% un valor que indica alta precisión proporcionando buena confianza en los resultados.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de la altura de planta en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm



En la figura 3.1, se observa que la mayor altura se alcanza con el nivel 2.50 y 2.00 t. ha^{-1} sin diferencia estadística entre ellos, También existe una respuesta creciente a los niveles de guano de isla en la altura de planta, esta variable está muy asociada al número de vainas por planta.

Viendo la figura los resultados obtenidos la altura de planta presenta una tendencia lineal creciente con el incremento del abonamiento orgánico. Esto nos confirmaría lo señalado por **Ruiz (1983)** que la altura es carácter influenciable por el medio ambiente.

Agurto (2022), reporta de su trabajo experimental llevado a cabo en la provincia de Huaura en la Región Lima a 66 msnm, la altura de planta del frejol Castilla utilizando dos abonos foliares. El primer nivel reportó medias que fluctúan entre el tratamiento T1 (Siprocigib) de 101,8cm quien mostró mayor altura y el tratamiento T2 (Biozyme) con 93,5cm, en cuanto al segundo nivel reportó al tratamiento T0 (Testigo) con 90,0cm el cual mostró el menor tamaño de planta. Estos

resultados se muestran como ligeramente superiores al obtenido en el presente experimento, esto debido a que el mencionado autor utilizó un abono de fondo de NPK.

3.3 Número de ramas por planta

Tabla 3.3

Análisis de variancia del número de ramas por planta en el frejol castilla por efecto de los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari 563 msnm

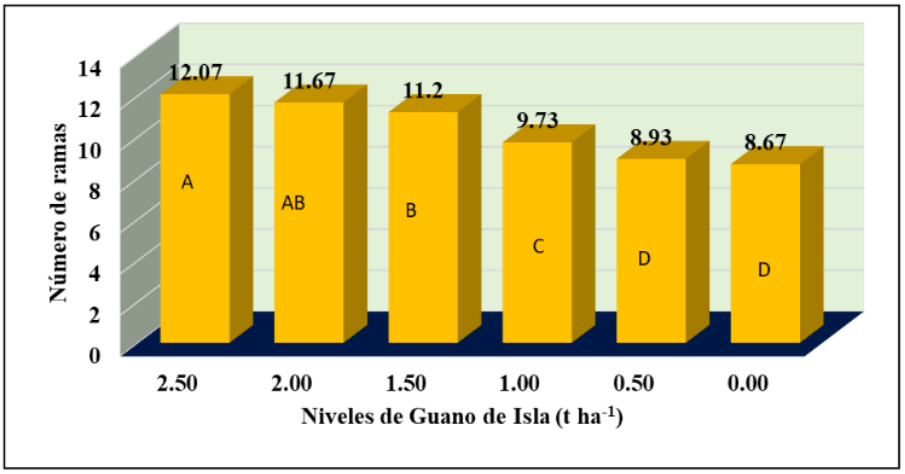
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Bloque	2	0.03	0.02	0.45	0.6472 ns
Tratamiento	5	31.86	6.37	186.18	<0.0001 **
Error	10	0.34	0.034		
Total	17	32.23			

C.V. = 1.78 %

La tabla 3.3, del análisis de variancia muestra alta significación estadística en el número de ramas por planta en los diferentes tratamientos, existe respuesta a los diferentes niveles de guano de isla en la variable en estudio. El coeficiente de variación es de 1.78%, un valor que indica alta precisión proporcionando buena confianza en los resultados.

Figura 3.2

Prueba de Tukey del número de ramas por planta en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm



En la figura 3.2, se observa un valor creciente en el número de ramas por planta, los niveles de 2.5 y 2.0 t. ha^{-1} son los de mayor valor con 12.07 y 11.67 ramas por planta, sin diferencia estadística entre ellos. Existe un nivele creciente en esta variable cuando se incrementa el nivel del abono orgánico.

Este indicador del rendimiento se refiere a los tallos laterales que muestra la planta. El entrenudo es la parte del tallo comprendida entre dos nudos. El tallo principal tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas. Puede ser erecto, semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad; pero en general, el tallo tiende a ser vertical ya sea que el frijol crezca solo o con algún soporte. El frejol Catilla no necesita soporte es de crecimiento determinado arbustivo. La ramificación comienza de dos a tres semanas después de la emergencia. Las ramas son útiles para aumentar el rendimiento cuando el número de plantas es bajo. Sin embargo, no puede aumentarlo cuando el número de plantas en el terreno es muy alto. El número de ramas depende de la variedad, la densidad de plantas y del abonamiento, esta variable va desde 6 a 13 ramas por planta (Binder, 1997).

En el presente experimento se llegó desde 8 a 12 ramas con el nivel creciente del nivel de guano de isla, existiendo una respuesta lineal por efecto del abonamiento orgánico.

3.4 Número de vainas por planta

Tabla 3.4

Análisis de variancia del número de vainas por planta en el frejol castilla por efecto de los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari 563 msnm

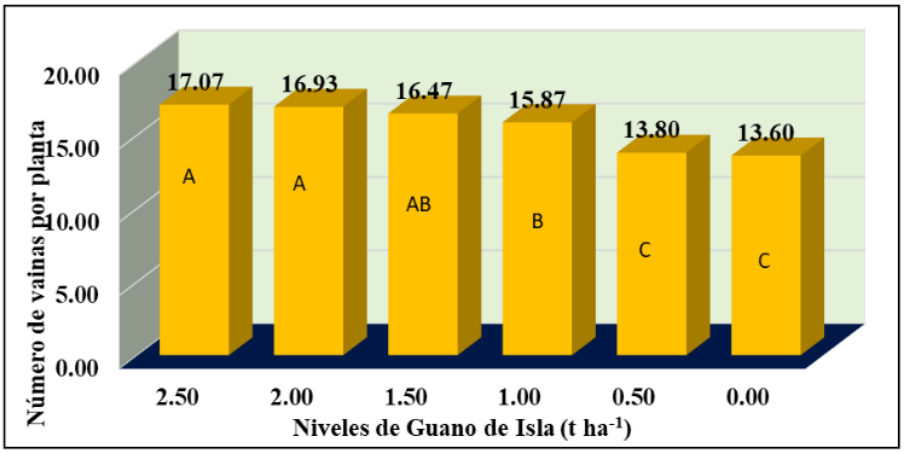
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Bloque	2	0.35	0.18	1.70	0.2323 **
Tratamiento	5	35.96	7.19	69.46	<0.0001 **
Error	10	1.04	0.10		
Total	17	37.35			

C.V. = 2.06 %

La tabla 3.4, del análisis de variancia muestra alta significación estadística en el número de Vainas por planta en los diferentes tratamientos, existe respuesta a los diferentes niveles de guano de isla en la variable en estudio. El coeficiente de variación es de 2.06% un valor que indica alta precisión proporcionando buena confianza en los resultados.

Figura 3.3

Prueba de Tukey del número de vainas por planta en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm



En la figura 3.3, se observa un valor creciente en el número de vainas por planta, los niveles de 2.5, 2.0 y 1.5 t. ha^{-1} son los de mayor valor con 17.02, 16.93 y 16.17 vainas por planta, sin diferencia estadística entre ellos. Existe un nivele creciente en esta variable cuando se incrementa el nivel del abono orgánico; esta variable está fuertemente asociado al rendimiento del frejol

En el trabajo experimental se observa el número de vainas por golpe está influenciado significativamente por los niveles crecientes del abonamiento orgánico. Los promedios de los tratamientos con 2.5 y 2.0 t ha^{-1} de guano de isla superan significativamente al testigo. Esto nos confirma que el número de vainas por planta está influenciado por los niveles crecientes de abono.

Jara y Alejos (2017) reportan para el número de vainas por planta está fuertemente influenciado por el distanciamiento de siembra los niveles de fertilización, en su experimento llevado a cabo en la localidad de Huánuco a 2450 msnm. El indicador del rendimiento viene a ser la variable en estudio, a mayor número de vainas por planta existe un mayor rendimiento. En nuestro experimento el número de vainas en función de los niveles crecientes del guano de isla sigue la ecuación cuadrática de la forma: Y = -0.4814 X2 +2.7659X + 13.269 con un alto coeficiente de determinación de R2 = 0.9352

3.5 Longitud de vaina

Tabla 3.5

Análisis de variancia de la longitud de vaina en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm

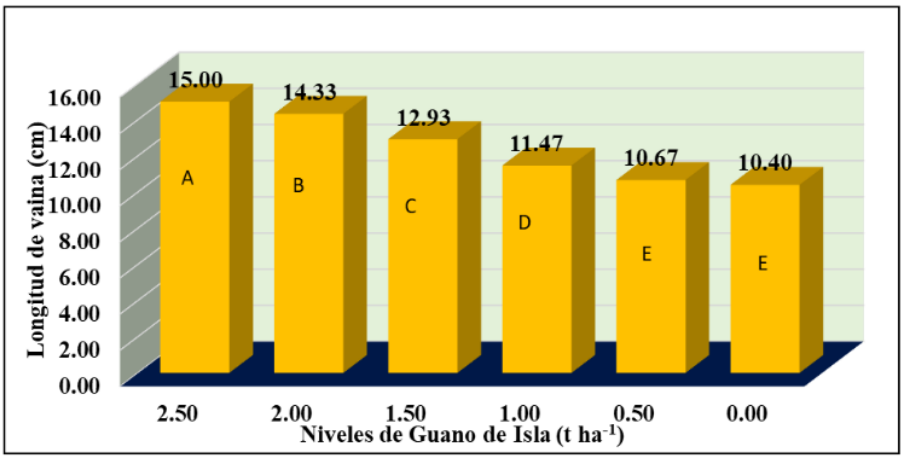
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Bloque	2	0.04	0.02	0.37	0.7025 ns
Tratamiento	5	55.89	11.18	204.49	<0.0001 **
Error	10	0.55	0.05		
Total	17	56.49			

C.V. = 1.88 %

La tabla 3.5, del análisis de variancia muestra alta significación estadística en la longitud de vaina en los diferentes tratamientos, existe respuesta a los diferentes niveles de guano de isla en la variable en estudio. El coeficiente de variación es de 1.88% un valor que indica alta precisión proporcionando buena confianza en los resultados.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de la longitud de vaina en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm



En la figura 3.4, se observa un valor creciente en la longitud de vaina, los niveles de 2.5 y 2.0 t. ha^{-1} son los de mayor valor con 15.00 y 14.33 cm, con diferencia estadística a favor del máximo nivel. Existe un nivel creciente en esta variable cuando se incrementa el nivel del abono orgánico.

Vásquez et al (2023) reporta los resultados de un experimento llevado a cabo en las instalaciones del fundo experimental santa rosa (Huaura). El mencionado trabajo fue determinar el efecto comparativo de tres fuentes de abono orgánico en el rendimiento del frijol castilla (*Vigna Unguiculata* L. Walp). El mejor resultado en la longitud de vaina se obtuvo con Bocashi de Fouling dosis de 300 g, obteniendo un valor promedio de 12.8 cm/planta. Valor de menor cuantía comparado con lo obtenido en el experimento, esto debido a la calibración de la medida en vista que la vaina muestra una prolongación del ápice sin semilla.

3.6 Número de granos por vaina

Tabla 3.6

Análisis de variancia del número de granos por vaina en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm

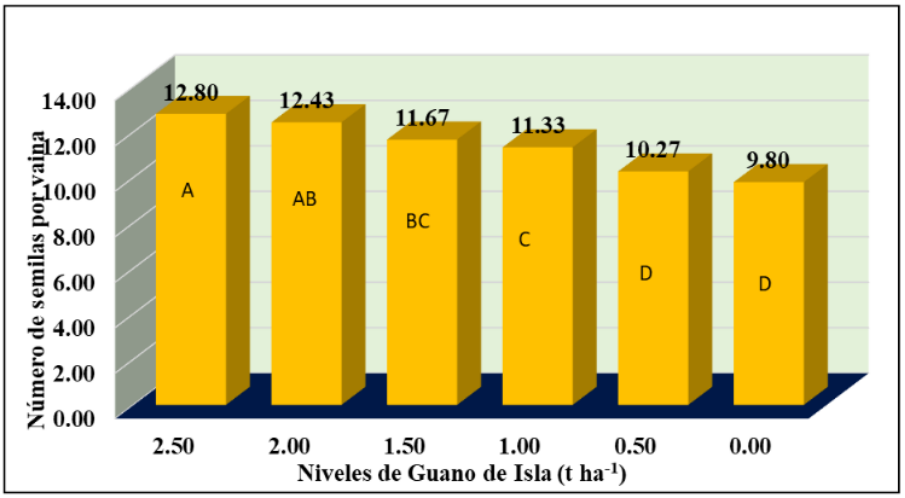
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Bloque	2	0.04	0.02	0.19	0.8329 ns
Tratamiento	5	20.84	4.17	35.83	<0.0001 **
Error	10	1.16	0.12		
Total	17	22.05			

C.V. = 3.00 %

La tabla 3.6, muestra alta significación estadística en los tratamientos que son los niveles de guano de isla. El coeficiente de variación es de 3.00% un valor de buena precisión, resultado que nos permite el análisis de las pruebas de contraste de Tukey.

Figura 3.5

Prueba de Tukey del número de semillas por vaina en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm



En la figura 3.5, se observa un valor creciente en el número de semillas por vaina, los niveles de 2.5 y 2.0 t ha^{-1} son los de mayor valor con 12.80 y 12.43 semillas, sin diferencia estadística entre ellos. Existe un nivel creciente en esta variable cuando

se incrementa el nivel del abono orgánico; el número de semilla por vaina es de menor valor cuando no se dispone el abonamiento orgánico.

La semilla del frejol castilla utilizado es de un color crema de ojo negro en el medio de forma irregular alrededor del hilio, de suave textura y agradable sabor muy consumido en la localidad del VRAEM, rico en proteína, carbohidratos, fibra, minerales y vitaminas.

Cruz et al (2018) manifiestan al evaluar el efecto diferentes dosis de fertilización foliar de fósforo en base a un abono orgánico en el rendimiento del cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata* L.), en la Provincia de Barranca, Región Lima, por lo que se ha realizado este experimento de aplicación de fósforo; ya que no hay una fertilización estable en cuanto a su dosis y momento de aplicación. Esta investigación consta de cuatro tratamientos T1=0.0, T2 = 0.5, T3=1.0 y T4= 1.5 litros por cilindro del producto comercial Folix Phos, se concluye que los tratamientos son estadísticamente homogéneos, es decir que los promedios son similares en cuanto a su agrupación de un mismo nivel (a), esto significa que no influenció las dosis. En el número de semillas por vaina obteniendo un valor de 11 a 12 semillas por vaina. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente experimento, pero en los niveles de los tratamientos sin abono orgánico, 0.5 y 1.0 de t. ha^{-1} de guano de isla el número de semillas es de 10 a 9 semillas por vaina.

3.7 Peso de 1000 semillas

Tabla 3.7

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas del frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento con guano de isla. Pichari 563 msnm

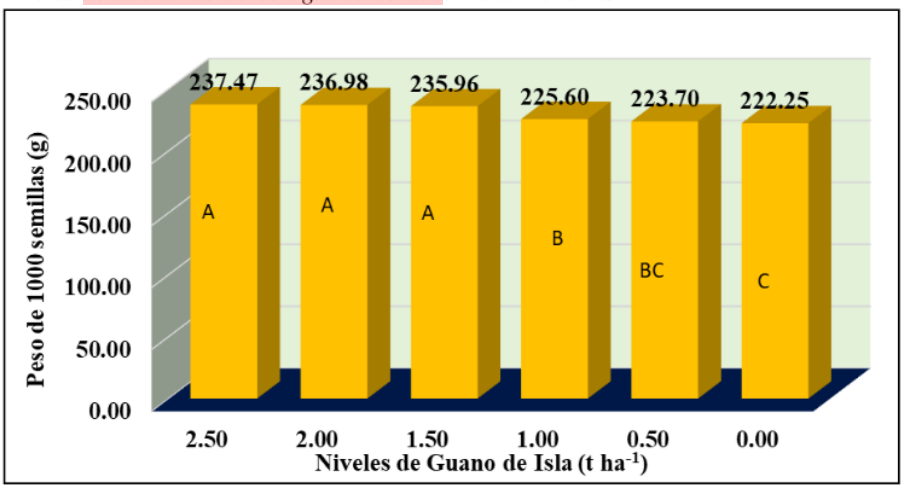
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Bloque	2	5.31	2.65	2.28	0.1525 ns
Tratamiento	5	775.57	155.11	133.49	<0.0001 **
Error	10	11.62	1.16		
Total	17	792.49			

C.V. = 0.47 %

La tabla 3.7, muestra alta significación estadística en tratamientos, resultado que indica diferencia estadística en los diferentes niveles de guano de isla. El coeficiente de variación es de 0.47% indica buena precisión del experimento en esta variable.

Figura 3.6

Prueba de Tukey del peso de 1000 semillas del frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento con guano de isla. Pichari 563 msnm



El peso de 1000 semillas es una variable de gran importancia en vista que nos indica un buen llenado de los granos, de gran importancia en la comercialización y en la siembra. La figura 3.6 de la prueba de Tukey muestra los mayores pesos al incorporar niveles altos de guano de isla obteniendo valores de 237.47, 236.98 y 235.96 g, sin diferencia estadística entre ellos. Al no fertilizar con el abono orgánico el llenado de la semilla tiene un menor valor.

En la investigación realizada por Zapata (2016), indica que el peso promedio de 100 semillas de frijol caupi llega alcanzar de 20 a 22 gramos. bajo condiciones edafoclimáticas del valle de Chiclayo. Por otro lado, en los estudios realizados por De Guimaraes (2015), obtuvo que la variedad frijol Caupí vaina blanca, obtuvo diferencias significativas con un promedio de 23.27g, en comparación con las

variedades CAU 99 (21.27g) y Playero (20.19 g). Estos valores de la variable en estudio son parecidos a los obtenidos en el presente experimento.

3.8 Rendimiento de grano

Tabla 3.8

Análisis de variancia del rendimiento de grano del frejol castilla (14 % H) en los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari

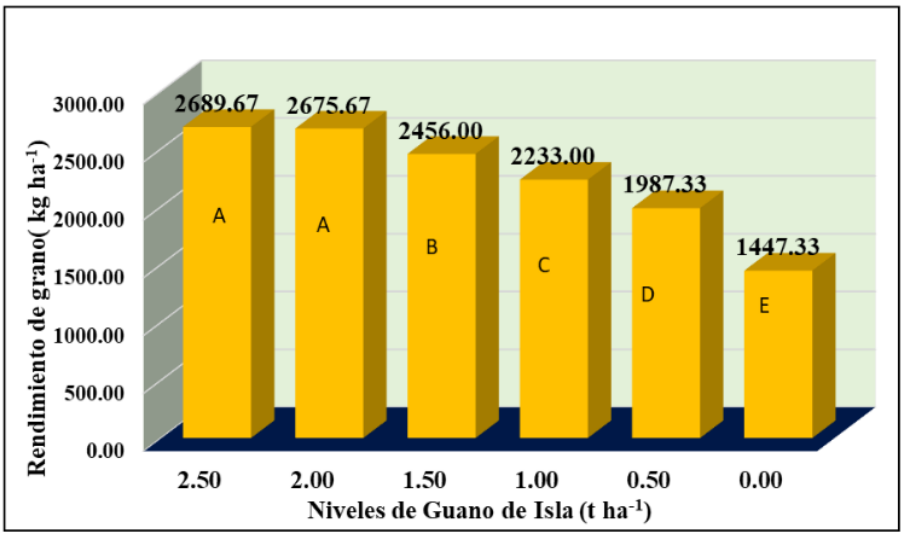
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Bloque	2	71869.00	35934.50	15.95	0.0008 **
Tratamiento	5	2174913.83	434982.77	193.12	<0.0001 **
Lineal	1	2099800.00	2099800.00	932.26	<0.0001 **
Cuadrático	1	54384.14	54384.14	24.15	0.0006 **
Cúbico	1	16622.25	16622.25	7.37	0.0216 *
Cuartico	1	3243.86	3243.86	1.44	0.2577 ns
Quintico	1	863.58	863.58	0.38	0.5493 ns
Error	10	22523.67	2252.37		
Total	17	2269306.50			

C.V. = 2.07 %

La tabla 3.8, muestra alta significación en tratamiento, es decir existe diferencia estadística en los diferentes niveles de guano de isla en el rendimiento de grano del frejol Castilla. Resultado que indica respuesta a los diferentes niveles permitiendo efectuar las pruebas de contraste de Tukey para definir el mejor nivel. También se puede observar una alta significación estadística para el efecto cuadrático de los niveles crecientes de abono orgánico. El coeficiente de variación es 2.07% un valor de buena precisión.

Figura 3.7

Prueba de Tukey del rendimiento de grano al 14 % de humedad en el frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm



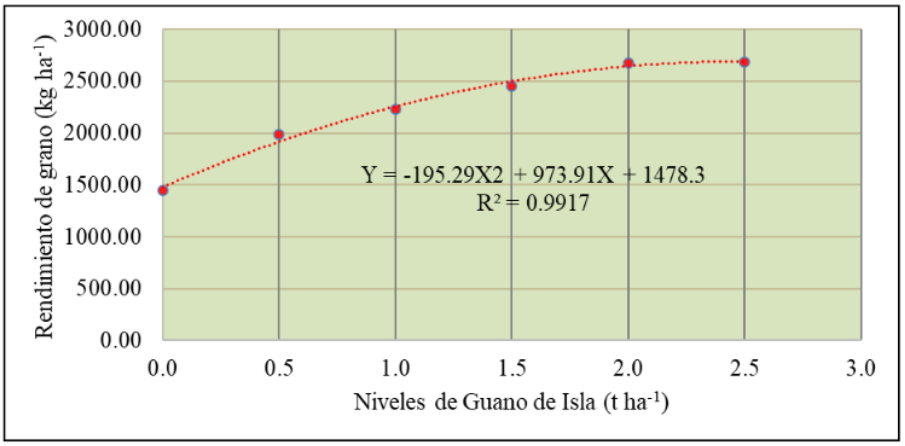
La prueba de Tukey del rendimiento del grano del frejol castilla, en la figura 3.7, se observa la mayor respuesta en el nivel 2.50 y 2.00 t ha^{-1} de guano de isla con valores de 2689.67 y 2675.67 kg ha^{-1} sin diferencia estadística entre ellos. Existe un mayor rendimiento cuando se incrementa los niveles del abonamiento orgánico, pero se puede observar la diferencia mínima en el rendimiento a mayores valores de abonamiento.

López y Suarez (2023) reportan resultados de su investigación en el que tuvo como objetivo determinar la influencia del Biol con microorganismos de montaña (MM), en la producción de frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp.); y determinar su influencia en el crecimiento aéreo de la planta, el incremento de la biomasa y la producción de la misma, desarrollada en el departamento de Junín, distrito de Chanchamayo, El mejor tratamiento consistente en 100 ml de biol con MM/20 litros agua, se obtuvo un rendimiento de 3904.69 kg ha^{-1}, comparando con los rendimientos de grano obtenidos en nuestro experimento es inferior, resultado explicado por el uso exclusivo solamente con guano de isla.

El MIDAGRI (2018) manifiesta la importancia de conocer los nutrientes y los requerimientos de estos, en el guano de isla y en la planta. El nitrógeno, en promedio el 40 % se encuentra en forma disponible (38 % en forma amoniacal y 2 % nítrica), el 60 % restante se encuentra en forma orgánica por mineralizarse. Por tanto, al nivel de 2.0 y 2.5 t ha^{-1} del abono orgánico cumple con las necesidades del cultivo, también con el Fosforo y Potasio, pero se tiene que tener en cuenta que la mineralización es lenta quedando el efecto residual para próximas campañas.

Figura 3.8

Análisis de regresión del rendimiento en función de los niveles crecientes del guano de isla en el frejol Castilla. Pichari 563 msnm



La figura 3.8, muestra la regresión del rendimiento en función de los niveles creciente de guano de isla, donde el mayor rendimiento de grano (14 % H) se da entre los 2.0 y 2.5 t ha^{-1}, resultado que permite usar el nivel de 2.0 t ha^{-1} de guano de isla y obtener los mejores resultados económicamente factible, además el abono orgánico muestra efecto residual para próximos cultivos.

3.9 Índice de cosecha

Tabla 3.9

Análisis de variancia del índice de cosecha del frejol castilla en los diferentes niveles de Guano de Isla. Pichari

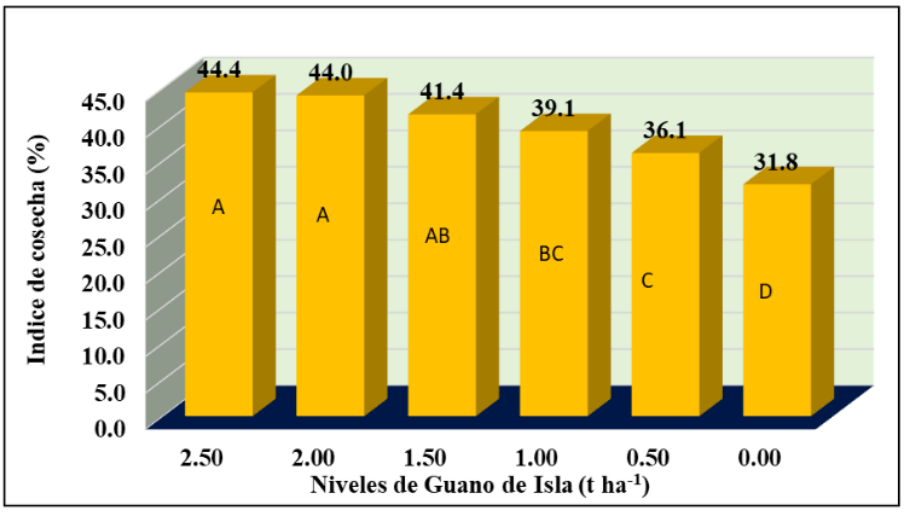
F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Bloque	2	5.11	2.56	1.09	0.3725 ns
Tratamiento	5	357.56	71.51	30.53	<0.0001 **
Lineal	1	340.23	340.23	145.23	<0.0001 **
Cuadrático	1	16.00	16.00	6.83	0.0259 *
Cúbico	1	0.03	0.03	0.01	0.9192 ns
Cuartico	1	1.17	1.17	0.50	0.4965 ns
Quintico	1	0.10	0.10	0.04	0.9445 ns
Error	10	23.43	2.34		
Total	17	386.10			

C.V. = 3.88 %

La tabla 3.9, muestra alta significación en tratamiento, es decir existe diferencia estadística en los diferentes niveles de guano de isla en el índice de cosecha del frejol Castilla. Resultado que indica respuesta a los diferentes niveles permitiendo efectuar las pruebas de contraste para definir el mejor nivel. También se puede observar una alta significación estadística para el efecto cuadrático de los niveles crecientes de abono orgánico. El coeficiente de variación es de 3.88% un valor de buena precisión.

Figura 3.9

Prueba de Tukey del índice de cosecha (%) del frejol Castilla en los diferentes niveles de abonamiento de guano de isla. Pichari 563 msnm



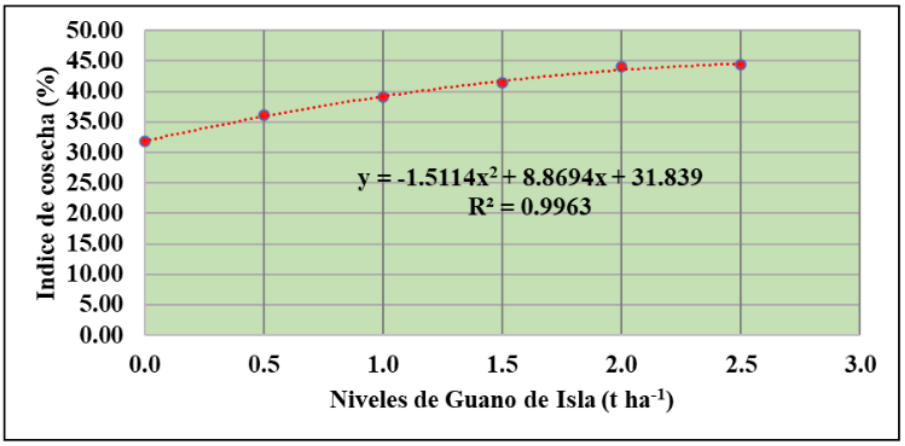
Existe una buena respuesta del nivel creciente de guano de isla en el índice de cosecha, resultado que se observa en la figura 3.9, donde el mayor índice de cosecha se tiene cuando se incorpora 2.5 y 2.0 t ha^{-1} de guano de isla dándonos un valor de 44.4 y 44.0 % sin diferencia estadística entre ellos. El índice de cosecha es una variable que indica buen contenido de grano en relación a la biomasa que se forma para producir grano.

Camarena et al (2009) explican sobre los frejoles la variable IC muestra poca o nula relevancia entre las demás variables estudiadas. Se observa también que, a menor tiempo en llegar a las etapas fenológicas, presenta mayor índice de cosecha, donde un buen manejo de disponibilidad de nutrientes ayudaría a favorecer la precocidad y la buena acumulación de materia seca, dándose así buena productividad. Los valores de mayor índice de cosecha muestran un mayor rendimiento de grano. La comparación del frejol Caupi con el frejol común tiene un gran parecido en el índice de cosecha (IC) en vista que estas dos especies son similares en la formación de biomasa.

De acuerdo con López y Suarez (2023) en su investigación en el que tuvieron como objetivo el de determinar la influencia del Biol con microorganismos de montaña (MM), en la producción de frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp.), determinaron un peso seco de la biomasa total un valor de 4108.68 kg ha^{-1} y la mejor producción de grano de 3904.69 kg ha^{-1}, entonces el índice de cosecha fue de 48 %. Este resultado está de acuerdo con los obtenidos en el presente experimento cuando se incorpora los niveles altos de guano de isla.

Figura 3.10

Análisis de regresión del índice de cosecha en función de los niveles crecientes del guano de isla en el frejol Castilla. Pichari 563 msnm



La figura 3.10, muestra la tendencia del índice de cosecha en función de los niveles creciente de guano de isla, donde el mayor índice se da entre los 2.0 y 2.5 t ha^{-1}, resultado que nos da el valor de 44.4 % y 40.0 %, resultado que permite usar el nivel de 2.0 t ha^{-1} de guano de isla y obtener los mejores resultados en el índice de cosecha económicamente factible.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de Pichari y de los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los niveles de guano de isla de 2.0 y 2.5 t ha-1 fueron las más tardías llegando a su madurez fisiológica a los 75 a 84 días, así como el mayor peso de 1000 semillas con valores de 256.98 y 235.96 g, respectivamente. Los niveles de guano de islas de 2.5, 2.0 y 1.5 t ha-1 reportan el mayor número de vainas por planta con 17.02, 16.93 y 16.17 vainas, respectivamente. El mayor índice de cosecha se alcanzó con 2.50 y 2.00 t ha-1 de guano de isla con valores de 44.4 y 44.0 %.
2. La mayor respuesta en el rendimiento de grano se tiene con el nivel 2.50 y 2.00 t ha-1 de guano de isla con 2689.67 y 2675.67 kg ha-1 de grano. La regresión cuadrática del rendimiento en función de los niveles crecientes de guano de isla indica que no se justifica un mayor incremento en los niveles del abono orgánico.

RECOMENDACIONES

1. Para obtener el mayor rendimiento de grano de frijol Castilla se recomienda el nivel de 2.0 t ha-1 de guano de isla en la siembra.
2. Se recomienda el estudio bromatológico para conocer la calidad del grano del frijol Castilla con el uso de guano de isla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEX. (2009). *Ficha de requisitos técnicos de acceso al mercado de EE.UU. Requisitos no arancelarios*. https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/Frijol Castilla.pdf.

Agurto, F. E. (2022). *Efecto de productos hormonales para el rendimiento en el cultivo de frijol castilla (Vigna unguiculata L.) en Vegueta 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJF_a6904ac4363e179865b1a192e0c4e12e/Details

Binder, U. (1997). *Manual de leguminosas en Nicaragua*. Estelí Nicaragua Posalac

Camarena, F.; Huaringa, A.; Mostacero, E. (2009). *Innovación fitotécnica para el incremento de la producción de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Edición, Agrum. Concytec. Universidad Nacional Agraria La Molina

Candiotti, M. M. (2014). Evaluación de niveles de aplicación foliares con guano de isla en el cultivo de frejol (Phaseolus vulgaris), en Mariscal Cáceres – Huancavelica. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Huancavelica https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5b63b5ac-2110-4fa3-887a-deb0d7087964/content

Campos, J., & Angulo, C. (2022). *Manual técnico de buenas prácticas agrícolas para la producción de frijol caupí en áreas de tierra firme*. *INIA*. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/2020/1/Campos-et-al_2022_Manejo_Frijol-Caupí.pdf

Cantaro, S. H. (2015). *Efectividad simbiótica de dos cepas de Rhizobium sp. en cuatro variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de costa central*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2170/P34-C355-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cruz, D.; Arias, L. y Espinoza, F. (2018). *Fertilización Foliar de Fósforo con sus diferentes dosis; para el rendimiento del cultivo de frijol castilla (Vigna*

unguiculata L.) en la provincia de Barranca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/586/725

De Guimaraes, M. (2015). Efecto de la posición de siembra dentro del surco en tres variedades de frijol Caupí. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional de la UNP. http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/396

Dirección Regional de Agricultura de Piura y Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón-ASPROMOR. (2012). *Manual de cultivo de frijol caupí*. https://www.academia.edu/36670560/Manual_de_cultivo_de_frijol_caupi

Estrada, G. M. E., & Peralta, C. J. R. (2004). *Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimientodel cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) variedad Dor – 364, Postrera 2001*. [Trabajo de diploma, Universidad Nacional Agraria de Nicaragua]. Repositorio Institucional de UNA. https://repositorio.una.edu.ni/1923/

Falcón, Ll. L. M. & Lorenzo, T. 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, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4794/TAG00795F18.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fernández, P. F. (2018). *Aplicación del despunte manual en distintas fases reproductivas de variedades de frijol caupi (Vigna unguiculata L. Walp), Valle del Medio Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional de la UNP. https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1285/AGR-FER-PAL-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García-Serrano, J. P., Lucena. M. J. J., Ruano, C. S., & Nogales, G. M. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. https://www.fertiberia.com/media/605187/gu%C3%ADa-pr%C3%A1ctica-de-la-fertilizaci%C3%B3n.pdf

Hernández-López, V. M., Vargas-Vázquez, L. P., Muruaga-Martínez, J. D., Sanjuana Hernández-Delgado, S., & Mayek-Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común. avances y perspectivas. *Rev. Fitotec. Mex., 36* (2); 95-104. https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v36n2/v36n2a2.pdf

Huamán, E. D. B. (2021). *Fertilización potásica y guano de islas en el rendimiento de betarraga (Beta vulgaris L.), bajo labranza mínima. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4531

Jara Claudio, F. R., & Alejos Patiño, I. W. (2017). Efecto de la densidad de siembra y abonamiento orgánico en el rendimiento de frejol castilla (Vigna unguiculata) en condiciones agroecológicas de Cayhuayna. *Investigación Valdizana*, 10(3), 123–128. https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/73

López, V. E. J. (2020). *Efecto del guano de isla en el rendimiento de la zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones agroecológicas de Huacrachuco – 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional de la UNHEVAL. https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7373/TAG00930L88.pdf?sequence=1&isAllowed=y

López, P y Suarez, B. (2023) *Influencia de niveles de biol con microrganismos de montaña en la producción de frijol castilla (Vigna unguiculata L Walp.) en Chanchamayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional de la UNDAC. http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3575

Ministerio de Agricultura y Riego. (2018) *Manual de abonamiento con guano de isla. Dirección de abonos*. Agro Rural

https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I.pdf

Moreno, A. A. N. (2020). *Efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el rendimiento de frijol castilla (Vigna unguiculata L.), en el distrito de supe puerto, provincia de barranca, lima 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional de la UNASAM. https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4754/T033_45876875_T.pdf?sequence=1

Poma, R. J. G. (2020). *Labranza conservacionista y mulch en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad Marginal 28 T, Pichari 550 msnm, Cusco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4547/1/TESIS%20AF14_Pom.pdf

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural-AGRORURAL. (2012). *Guano de las Islas. Mejorando tu suelo, mejoras tu cosecha*. [Boletín informativo]. Ministerio de Agricultura.

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural-AGRORURAL. (2018). *Manual de Abonamiento con Guano de las Islas*. Ministerio de Agricultura y Riego. https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I.pdf

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural-AGRORURAL. (s.f). *Guano de las Islas*. [Díptico]. Ministerio de Agricultura y Riego. https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/DIPTICO.pdf

Quispe, P. Y. (2012). *Abonamiento con guano de isla y fertilizantes sintéticos en cinco especies de pastos naturales en Ccarhuaccpampa (Ayacucho) 4000 m.s.n.m*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2041

Urribarri, W. (2022). *Densidades de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Var. Red Kidney, Pichari - 550 msnm Cusco* (Vol. 1) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Crístobal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH]. http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5641

Vásquez, R. Valdiviezo, B. y Jhordan, A (2023) *Efecto comparativo de 3 fuentes de abono orgánico en el rendimiento de frjol castilla (Vigna ungiculata L. Walp)* Universidad Nacional del Santa

Zapata, S. V. (2007). *Caupí vaina blanca*. *Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA*. Estación Experimental Agraria Vista Florida – Chiclayo. http://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/frijol/Caupi-vaina-blanca.pdf

Zapata, V. (2016). *Caupí vaina Blanca*. *MINAGRI – INIA*. URL: https://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/bitstream/MINAGRI/578/1/Caupí-vainablanca.pdf

Zeballos, C. O. (2015). *Calidad físico – química de suelo árido en cebolla (Allium cepa L.) con (NUTRABIOTA® PLUS) y fertilizantes orgánicos, en la irrigación Majes*. [Tesis de posgrado– Doctoral, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2091

ANEXOS

Anexo 1: Rendimiento promedio mensual de frijol castilla

Cuadro 134 Perú: Rendimiento promedio mensual de Frijol castilla, según región. 2018 (kg/ha)

Región	Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Nacional	1 222	1 451	1 684	1 681	1 548	1 607	1 483	1 589	1 256	1 023	1 042	1 368	1 241
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Áncash	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apurímac	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arequipa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ayacucho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cajamarca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cusco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huancavelica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huánuco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ica	1 947	1 869	1 930	1 935	1 908	1 994	2 061	1 908	1 995	1 923	1 984	1 917	1 934
Junín	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Libertad	1 828	1 961	1 813	1 859	1 870	1 683	1 750	2 529	1 900	1 813	1 669	1 697	1 738
Lambayeque	1 026	1 194	-	1 143	1 200	1 182	1 011	1 262	1 076	954	1 014	970	894
Lima	2 211	2 000	2 085	2 146	2 049	2 019	2 253	2 209	5 871	3 100	6 000	4 575	6 000
Lima Metropolitana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loreto	999	-	-	-	-	-	-	-	1 010	988	1 002	1 005	1 049
Madre de Dios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moquegua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piura	1 860	1 660	-	-	2 571	-	1 769	2 022	1 800	-	2 000	1 919	1 511
Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Martín	997	1 000	991	1 000	990	995	996	992	999	998	1 000	1 000	1 000
Tacna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tumbes	1 087	1 100	1 700	-	906	-	1 775	1 200	1 048	1 593	-	1 539	1 100
Ucayali	1 445	-	-	-	-	-	-	1 490	1 435	1 453	1 445	-	-

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura -SIEA

Elaboración: Ministerio de Agricultura y Riego - Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas-Dirección de Estadística agraria

Anexo 2: Datos de campo evaluados de las variables del frejol Castilla

Sin Guano Isla	Altura Planta (cm)	Nª ramas Planta	Nº de vainas por planta	Long vaina	Nº Granos por vaina
Bloque					
I	74	8	15	10	9
I	73	10	14	11	10
I	74	9	13	12	11
I	72	9	14	10	9
I	75	8	13	11	9
Promedio	**73.6**	**8.8**	**13.8**	**10.8**	**9.6**
Bloque					
II	74	9	13	11	8
II	75	8	14	10	9
II	76	9	15	9	10
II	75	8	12	11	12
II	74	9	13	10	11
Promedio	**74.8**	**8.6**	**13.4**	**10.2**	**10**
Bloque					
III	75	9	13	10	11
III	76	9	13	9	8
III	77	8	14	11	9
III	73	9	16	10	10
III	74	8	12	11	11
Promedio	**75**	**8.6**	**13.6**	**10.2**	**9.8**

0.5 t ha-1	Altura Planta (cm)	Nª ramas Planta	Nº de vainas por planta	Long vaina	Nº Granos por vaina
I	74	10	14	10	11
I	75	9	13	11	10
I	76	8	13	10	9
I	72	9	12	11	12
I	75	9	14	12	9
Promedio	**74.4**	**9**	**13.2**	**10.8**	**10.2**
II	75	9	14	10	10
II	75	8	15	10	12
II	77	9	12	11	11
II	75	9	14	11	10
II	74	9	14	11	9
Promedio	**75.2**	**8.8**	**13.8**	**10.6**	**10.4**
				2	
III	76	9	14	10	12
III	75	9	16	11	11
III	77	10	14	10	9
III	74	9	13	11	9
III	74	8	15	11	10
Promedio	**75.2**	**9**	**14.4**	**10.6**	**10.2**

1 t ha-1	Altura Planta (cm)	Nª ramas Planta	Nº de vainas por planta	Long. vaina	Nº Granos por vaina
I	75	11	17	10	10
I	75	11	16	12	11
I	76	9	15	11	12
I	73	9	14	12	10
I	75	8	16	11	11
Promedio	74.8	9.6	15.6	11.2	10.8

II	76	11	18	12	11
II	75	10	17	12	12
II	77	11	16	13	11
II	76	8	15	11	12
II	74	9	15	11	11
Promedio	**75.6**	**9.8**	**16.2**	**11.8**	**11.4**
III	76	10	15	11	11
III	75	11	16	12	12
III	77	11	18	12	13
III	74	9	16	10	13
III	74	8	14	12	10
Promedio	**75.2**	**9.8**	**15.8**	**11.4**	**11.8**

1.5 t ha-1	Altura Planta (cm)	Nª ramas Planta	Nº de vainas por planta	Long vaina	Nº Granos por vaina
I	78	11	17	14	13
I	80	11	16	13	12
I	81	12	15	12	11
I	82	10	17	12	12
I	80	11	15	14	13
Promedio	**80.2**	**11**	**16**	**13**	**12.2**
II	80	11	16	14	12
II	82	11	17	12	11
II	82	12	18	13	13
II	81	12	16	13	12
II	80	11	17	12	10
Promedio	**81**	**11.4**	**16.8**	**12.8**	**11.6**

III	80	10	17	12	10
III	83	11	18	13	12
III	82	12	17	14	11
III	85	12	15	13	12
III	84	11	16	13	11
Promedio	**82.8**	**11.2**	**16.6**	**13**	**11.2**

	Altura	Nº ramas	Nº de vainas	Long.	Nº Granos por vaina
2.0 t ha-1	Planta (cm)	Planta	por planta	vaina	
I	83	11	18	15	13
I	82	12	17	14	12
I	87	12	16	15	13
I	88	12	17	13	11
I	84	11	17	14	13
Promedio	**84.8**	**11.6**	**17**	**14.2**	**12.4**
II	83	12	17	15	12
II	87	11	18	14	13
II	84	13	16	13	13
II	84	11	16	16	13
II	87	12	17	14	12
Promedio	**85**	**11.8**	**16.8**	**14.4**	**12.6**
III	85	11	18	14	12
III	84	11	17	15	13
III	83	12	16	15	12
III	87	12	17	14	13
III	88	12	17	14	12
Promedio	**85.4**	**11.6**	**17**	**14.4**	**12.4**

2.5 t ha-1	Altura Planta (cm)	Nª ramas Planta	Nº de vainas por planta	Long. vaina	Nº Granos por vaina
I	87	11	17	15	14
I	85	12	16	16	11
I	82	13	17	14	12
I	83	12	17	16	14
I	84	12	18	14	14
Promedio	**84.2**	**12**	**17**	**15**	**13**
II	85	11	18	15	12
II	88	12	17	16	14
II	87	13	17	15	14
II	85	12	16	15	13
II	86	11	17	15	11
Promedio	**86.2**	**11.8**	**17**	**15.2**	**12.8**
III	87	12	18	14	13
III	85	13	17	15	12
III	88	13	17	16	13
III	87	12	16	14	11
III	86	12	18	15	14
Promedio	**86.6**	**12.4**	**17.2**	**14.8**	**12.6**

Anexo 3: Datos ordenados de bloques, niveles de Guano de isla, rendimiento de grano, índice de cosecha y peso de 1000 semillas.

Bloque	Niveles G. Isla	Rendimiento Grano	Índice Cosecha	peso 1000 semillas
I	0.0	1658	30.8	220.63
II	0.0	1758	31.7	222.68
III	0.0	1826	32.8	223.45
I	0.5	1978	35.8	221.58
II	0.5	1895	37.8	225.67
III	0.5	2089	34.8	223.85
I	1.0	2125	38.6	225.78
II	1.0	2187	37.8	226.65
III	1.0	2387	40.8	224.38
I	1.5	2436	41.2	235.56
II	1.5	2406	42.5	236.45
III	1.5	2526	40.5	235.87
I	2.0	2598	42.5	236.78
II	2.0	2687	43.6	237.65
III	2.0	2742	45.9	236.52
I	2.5	2645	43.6	237.67
II	2.5	2678	46.8	236.88
III	2.5	2746	42.8	237.87

Anexo 4: Análisis de suelo

Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 200

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO
N° 07168-23/SU/ LABSAF - CANAAN

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Rayda Centeno Cruz
Propietario / Productor	: Rayda Centeno Cruz
Dirección del cliente	: Pichari - La Convención - Cusco
Solicitado por	: Rayda Centeno Cruz
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 01 muestra
Producto declarado	: Suelo Agrícola
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico transparente
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	: Pichari - La Convención - Cusco
Fecha(s) de muestreo	: 10/07/2023 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-07-12
Lugar de ensayo	: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliares - LABSAF Canaan
Fecha(s) de análisis	: 2023-07-18 al 2023-07-26
Cotización del servicio	: 059-23-CA
Fecha de emisión	: 2023-07-27

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			SU1147-CA-23					
Matriz Analizada			Suelo					
Fecha de Muestreo			10/07/2023 (*)					
Hora de Inicio de Muestreo (h)			16:00					
Condición de la muestra			Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			--					
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH	unid. pH	0.1	6.7					
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.0	13.4					
Materia Orgánica (**)	%	--	7.20					
Nitrógeno (**)	%	--	0.40					
Fósforo (**)	ppm	--	32.80					
Potasio (**)	ppm	--	130.10					
Textura (**)								
Arena	%	--	47					
Limo	%	--	34					
Arcilla	%	--	19					
Clase Textural	---	--	Franco					
Cationes Intercambiables (**)								
Al+H$^+$ (**)	meq/100 g	--	--					
Calcio (Ca) (**)	meq/100 g	--	6.51					
Magnesio (Mg) (**)	meq/100 g	--	0.38					
Potasio (K) (**)	meq/100 g	--	0.20					
Sodio (Na) (**)	meq/100 g	--	0.05					
CIC (**)	meq/100 g	--	7.15					

El Laboratorio de Suelos y Aguas LABSAF

INFORME DE ENSAYO
N° 07168-23/SU/ LABSAF - CANAAN

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994/Cor.1:1996. Soil quality - Determination of the specific electrical conductivity - Technical Corrigendum 1.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). item 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno	ISO 11261: 1995. First edition. Soil quality - Determination of total nitrogen - Modified Kjeldahl method.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección(31 de Diciembre 2002). item 7.1.10 AS-10.2000. Determinación de fósforo por el método de Olsen y colaboradores.
Potasio	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. item 4.9.1. Pag. 62. Potasio extractable.
Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección(31 de Diciembre 2002). item 7.3.29 AS-33.2000. Determinación de la acidez y el Aluminio intercambiable por el procedimiento de Cloruro de potasio.
Cationes Intercambiables	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección(31 de Diciembre 2002). item 7.1.12 AS-12.2000. Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico y Bases intercambiables de suelo con acetato de amonio.

III. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

(*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

IV.AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Katia Mendoza Dávalos - Responsable del laboratorio del LABSAF Canaan

INST. NAC. INNOV. AGRARIA - INIA
ESTACION EXPERIMENTAL CANAAN
Ing. José Velásquez Manturi
DIRECTOR

Firma
Director de la EEA Canaán

_____FIN DE INFORME DE ENSAYO_____

Anexo 5: Costo de producción del frejol de la variedad *frijol castilla (Vigna unguiculata L. Walp)*

CULTIVO: Frejol **DENSIDAD: (d1)**	**150000**	**EPOCA DE SIEMBRA**		**Julio**	
VARIEDAD: *Phaseolus vulgaris* L **Guano de Isla: sin fertilizacion**		**EPOCA DE COSECHA**		**setiembre**	
RUBROS	**UNIDAD DE MEDIDA**	**Cant,**	**COSTO UNITARIO (S/.)**	**SUB TOTAL (S/.)**	**TOTAL (S/.)**
A. COSTOS DIRECTOS					**1756.00**
A.1. OPERACIÓN MANUEL					**380.00**
Limpieza de terreno	Jornal	4	50	200	
surcado manual	Jornal	3	60	180	
A.2. MANO DE OBRA					**860.00**
Surcado y tapado de semilla	Jornal	3	60	180	
Selección y desinfección de semilla	Jornal	1	50	50	
Siembra	Jornal	4	50	200	
Aporque o cambio de surco	Jornal	2	40	80	
Deshierbo	Jornal	1	50	50	
Control fitosanitario	Jornal	1	60	60	
Cosecha de vainas maduras	Jornal	3	60	180	
Traslado y embalaje	Jornal	2	30	60	
A.3. TRANSPORTEO FLETE					**170.00**
Transporte de insumos	Tm	0.5	100	50	
Transporte de cosecha	Tm	1.2	100	120	
A.4. INSUMOS					**200.00**
Semilla (con desinfección)	Kg	50	4	200	
ABONOS					**100.00**
Guano de Islas	Saco	2	50	100	
A.5. ENVASES, RAFIA Y TUTORES					**46.00**
Envases	Saco	3	12	36	
Rafia	Und	5	2	10	
B. COSTOS INDIRECTOS					**757.80**
Materiales y equipos					170.00
Asistencia técnica					500.00
Imprevistos (5% CD)					87.8
COSTO TOTAL					**2513.80**

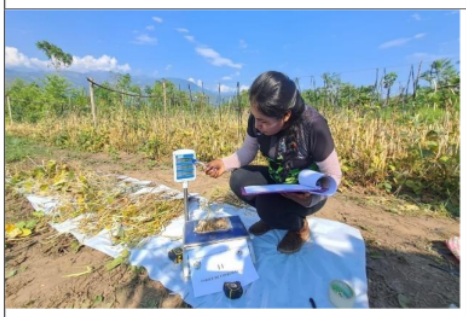
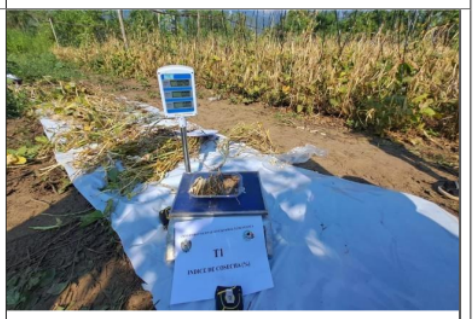
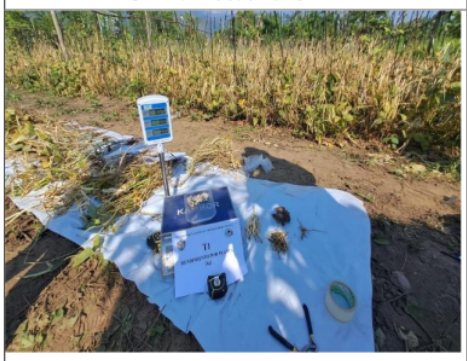
Anexo 6: Panel fotográfico

FOTOGRAFÍA 01: Recojo de muestra de suelo con barreno manual.	**FOTOGRAFÍA 02**: Recojo de muestra de suelo a una profundidad de 0.20 cm
FECHA: 01/07/2023	**FECHA: 01/07/2023**
FOTOGRAFÍA 03: Limpieza del terreno	**FOTOGRAFÍA 04:** Apilamiento de malezas y rastrojos
FECHA: 02/07/2023	**FECHA: 09/07/2023**
FOTOGRAFÍA 05: Eliminación de tocones.	**FOTOGRAFÍA 06:** Roturación de suelo.

FOTOGRAFÍA 07: Nivelación del terreno.	**FOTOGRAFÍA 08**: Trazo del terreno.
FECHA: 13/07/2023	**FECHA: 13/07/2023**
FOTOGRAFÍA 09: Surcado.	**FOTOGRAFÍA 10:** Pesaje de guano de isla.
FECHA: 13/07/2023	**FECHA: 13/07/2023**
FOTOGRAFÍA 11: Siembra del cultivo de frijol castilla.	**FOTOGRAFÍA 12:** Aplicación de guano de isla.
FECHA: 14/07/2023	**FECHA: 14/07/2023**

FOTOGRAFÍA 13: Germinación del frijol castilla.	**FOTOGRAFÍA 14**: Crecimiento de frijol castilla.
FECHA: 19/07/2023	**FECHA: 19/08/2023**
FOTOGRAFÍA 15: Deshierbo de frijol castilla.	**FOTOGRAFÍA 16:** Floración de frijol castilla.
FECHA: 19/08/2023	**FECHA: 23/08/2023**
FOTOGRAFÍA 17: Envainado de plantas de frijol Castilla.	**FOTOGRAFÍA 18** Hoyado para tutorado.
FECHA: 26/08/2023	**FECHA: 27/08/2023**

FOTOGRAFÍA 19: Tutorado de plantas.	**FOTOGRAFÍA 20**: Monitoreo del cultivo de frijol castilla.
FECHA: 28/08/2023	**FECHA: 30/08/2023**
FOTOGRAFÍA 21: Fructificación de frijol castilla.	**FOTOGRAFÍA 22:** Desmalezado del contorno de la parcela.
FECHA: 04/09/2023	**FECHA: 23/08/2023**
FOTOGRAFÍA 23: Monitoreo del cultivo de frijol castilla.	**FOTOGRAFÍA 24:** Control fitosanitario del contorno de la parcela experimental
FECHA: 26/08/2023	**FECHA: 27/08/2023**

FOTOGRAFÍA 25: Visita de campo del asesor de tesis.	**FOTOGRAFÍA 26:** Cosecha de frijol castilla.
FECHA: 09/09/2023	**FECHA: 24/09/2023**
	
FOTOGRAFÍA 27: Toma de datos.	**FOTOGRAFÍA 28:** Índice de cosecha.
FECHA: 24/09/2023	**FECHA: 24/09/2023**
	
FOTOGRAFÍA 29: Rendimiento por planta (kg).	**FOTOGRAFÍA 30:** Registro de datos del cultivo del frijol Castilla.

Niveles de guano de isla en el rendimiento de frijol castilla (Vigna unguiculata L. Walp), Pichari, Cusco, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	23%	2%	17%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	11%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	biblioteca.phorteeducacional.com.br Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%

9	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	revistasojs.ucaldas.edu.co Fuente de Internet	<1 %
11	www.repositorio.unab.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	revistas.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		