

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.) EN CONDICIONES
AGROECOLÓGICAS DE CAYHUAYNA PILLCO MARCA, HUÁNUCO -
2019”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TESISTAS:

Bach. ESPINOZA OBREGÓN, Yesica Yesela

Bach. SALAS GASPAS, Ysela

ASESOR:

M.Sc. IGNACIO CARDENAS, Severo

**HUÁNUCO - PERÚ
2020**

DEDICATORIA

A Dios, por haber guiado mis pasos en esta etapa de mi vida.

A mis queridos padres Hermilio y Manuela, toda la gratitud y cariño por el amor, paciencia y apoyo incondicional.

A mi hija Cristel Sánchez Espinoza, el motivo principal para buscar la excelencia y superación.

A mi hermana Analy, por el apoyo y la confianza brindada, todo el aprecio y consideración para ella.

A Evan Sánchez Vilca, compañero y amigo, que en todo momento estuvo en el desarrollo de este trabajo, muchas gracias.

De: Bach. ESPINOZA OBREGÓN, Yesica Yesela

Con admiración y respeto a mis queridos padres:
Eladio Pedro Salas Lucas y Donata Gaspar Casimiro
por el esfuerzo, sacrificio y confianza brindado
hacia mi persona.

A mis hermanos y hermanas como también
a mi pareja inseparable Marcelino, por el
constante apoyo incondicional que me
brindaron para lograr este objetivo.

De: Bach. SALAS GASPAR, Ysela

AGRADECIMIENTO

Dejamos constancia nuestro sincero agradecimiento a la carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, a todos los docentes y autoridades, que con sus consejos acertados guiaron y fortalecieron la formación profesional.

Al M.Sc. SEVERO IGNACIO CARDENAS, por su asesoría, enseñanzas y orientación que fueron indispensables para lograr la elaboración y ejecución del presente proyecto de investigación. De misma forma al reiterar el agradecimiento al Centro de Investigación Frutícola - Olerícola (CIFO) de la Facultad de Ciencias Agrarias, por las facilidades brindadas en la fase de campo en la ejecución de este trabajo.

Finalmente agradezco a todas las personas que fueron participes que con su apoyo incondicional estuvieron pendientes de que este trabajo de investigación encamine de la mejor manera en especial a nuestros familiares que fueron los entes principales que inculcaron para hacer realidad esta investigación.

Muchas gracias.

Bach. ESPINOZA OBREGÓN, Yesica Yesela

Bach. SALAS GASPAR, Ysela

RESUMEN

Se realizó un estudio experimental con el objetivo de evaluar el efecto de los abonos de fuentes orgánicas en el crecimiento vegetativo y rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Jade. El experimento se realizó en el CIFO de la UNHEVAL en un Diseño de Bloques Completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres bloques, con un total de 12 unidades experimentales. Las variables aleatorias estudiadas fueron altura de planta, número de vainas por planta, longitud de vainas, peso de vainas por planta y rendimiento estimado. Los valores de las variables fueron observados según protocolos establecidos en el proyecto de investigación y luego fueron organizados en una base para su análisis con el software InfoStat. La mayor altura de planta (36.74 cm) se obtuvo con el tratamiento Guano de las Islas a razón de 20 g/planta; mientras que con el tratamiento compost + EM a razón de 187 g/planta se obtuvieron el número de vainas por planta (22 unidades), el mayor peso de vainas por planta (164,58 g/planta) y por lo tanto, el mayor rendimiento real estimado (11 755.714 kg/ha⁻¹), y con el tratamiento gallinaza a razón de 87 g/planta se logró la mayor longitud de vainas por planta (17,88 cm) en promedio. El plan de nutrición del cultivo de la vainita es un elemento importante, que debe estar sustentado en la caracterización físicoquímica del suelo, y coadyubado con las otras prácticas agronómicas de su manejo; así mismo, se debe incluir los análisis de costo/beneficio y de los índices de calidad en las adopciones del plan de manejo nutricional del cultivo.

Palabras clave: desarrollo vegetativo, nutrición de la vainita, rendimiento real.

ABSTRACT

An experimental study was developed with the aim of evaluating the effect of fertilizers from organic sources on the vegetative growth and yield of the cultivar of green bean (*Phaseolus vulgaris* L) Jade variety. The experiment developed at the CIFO of UNHEVAL; and a Completely Randomized Block Design was used with four treatments and three blocks, whit a total of 12 experimental units. The random variables studied were plant height, number of pods per plant, pod length, pod weight per plant, and estimated yield. The values of the variables were observed according to protocols, which were established in the research project; then the data were organized in a database for their analysis with the InfoStat software. The highest plant height (36.74 cm) was obtained with "Guano de las Islas" treatment at a rate of 20 g/plant; while with the compost + EM treatment at a rate of 187 g/plant, the number of pods per plant (22 units), the highest weight of pods per plant (164.58 g / plant) and therefore, the highest estimated actual yield (11 755,714 kg/ha⁻¹); and with the chicken manure treatment at a rate of 87 g/plant, the longest pod length per plant (17.88 cm) was achieved on average. The nutrition plan for the bean cultivation is an important element, which must be supported by the physical-chemical characterization of the soil and supported by the other agronomic practices of its management; Likewise, cost/benefit analyzes, and quality indices should be included in the adoption of the crop's nutritional management plan.

Key words: bean nutrition, real yield, vegetative development.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

| | |
|--|-----------|
| ABSTRACT | 5 |
| I. INTRODUCCION | 11 |
| II. MARCO TEÓRICO | 13 |
| 2.1 Fundamentación teórica..... | 13 |
| 2.1.1. Cultivo de vainita | 13 |
| 2.1.1.1. Origen y distribución | 13 |
| 2.1.1.2. Clasificación taxonómica..... | 14 |
| 2.1.1.3. Morfología..... | 14 |
| 2.1.1.4. Etapas fenológicas..... | 15 |
| 2.1.1.5. Variedades de vainita | 15 |
| 2.1.1.6. Requerimientos de clima y suelo..... | 17 |
| 2.1.1.7. Manejo agronómico..... | 17 |
| 2.1.2. Fertilización orgánica..... | 18 |
| 2.1.3. Requerimientos nutricionales | 20 |
| 2.2 Antecedentes | 20 |
| 2.3. Hipótesis | 23 |
| 2.4. Variables y Operacionalización de variable | 23 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 24 |
| 3.1. Tipo y nivel de investigación..... | 24 |
| 3.2. Lugar de ejecución..... | 24 |
| 3.3. Población, muestra y unidad de análisis | 25 |
| 3.4. Tratamientos en estudio..... | 25 |
| 3.4.1. Descripción del área experimental | 26 |
| 3.5. Prueba de hipótesis | 28 |
| 3.5.1. Diseño de la investigación | 28 |
| 3.5.1.1. Técnicas estadísticas | 29 |
| 3.5.2. Datos registrados | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información..... | 30 |
| 3.6. Materiales y equipo..... | 32 |
| 3.7. Conducción de la investigación..... | 32 |
| IV. RESULTADOS | 34 |
| 4.1. Desarrollo vegetativo del cultivo de vainita | 35 |
| 4.2. Rendimiento del cultivo de vainita | 36 |
| V. DISCUSIÓN | 40 |
| 5.1. Desarrollo vegetativo de la planta de vainita var. Jade..... | 40 |
| 5.2. Rendimiento del cultivo de vainita var. Jade..... | 40 |
| VI. CONCLUSIÓN | 42 |
| VII. RECOMENDACIONES | 43 |
| VIII. LITERATURA CITADA | 44 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 01. Composición química de los estiércoles (%) | 19 |
| Cuadro 02. Operacionalización de variables | 23 |
| Cuadro 03. Abonos orgánicos utilizados en el experimento | 26 |
| Cuadro 04. Esquema del análisis de la varianza (ANAVA) | 29 |
| Cuadro 05. Análisis de varianza para altura de planta (cm) a la cosecha | 35 |
| Cuadro 06. Prueba de Tukey para para altura de planta (cm) a la cosecha | 35 |
| Cuadro 07. Análisis de varianza de las variables relacionadas con el rendimiento | 36 |
| Cuadro 08. Prueba de Tukey las variables relacionadas con el rendimiento | 37 |
| Cuadro 09. Rendimientos reales estimados de vainita por hectárea según tratamientos | 39 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01. Croquis del campo experimental | 26 |
| Figura 02. Detalle de la parcela experimental | 27 |
| Figura 03. Promedios de las variables aleatorias asociadas con el rendimiento de la vainita | 37 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 01. Promedios de las observaciones de la altura de planta (cm) | 48 |
| Anexo 02. Promedio de las observaciones del número de vainas por planta | 48 |
| Anexo 03. Promedio de las observaciones de la longitud de vainas (cm) por planta | 48 |
| Anexo 04. Promedio del peso de vainas (g) por planta | 49 |
| Anexo 05. Resultados de la prueba normalidad de Shapiro-Wilks modificado para las cuatro variables estudiadas | 49 |
| Anexo 06. Panel fotográfico del manejo agronómico del ensayo | 49 |
| Anexo 07. Panel fotográfico de las evaluaciones de las variables estudiadas | 56 |

I. INTRODUCCION

La globalización actual exige la competitividad de los agricultores en el mercado y el uso de tecnologías para la producción, si estos no mejoran serán afectados, ya que, al ser menos competentes, sus posibilidades de desarrollo y mejoramiento quedarán limitadas y el acceso a mejores condiciones de vida serán más frustrantes. Esta situación, al igual que para los otros cultivos, para el cultivo de vainita, llamada también frijol ejote, vainica, habichuela o chaucha, una hortaliza importante, de fácil cultivo y de creciente popularidad, será siempre limitante porque el mercado exige productos de buena calidad e inocuidad (Vela, 2010). Los agricultores de Huánuco no están ajenos a este contexto.

Según Toledo (2003), se considera un buen rendimiento a nivel comercial, en el cultivo de vainita 10 t/ha; sin embargo, en experimentos realizados en la Universidad Nacional Agraria La Molina se han logrado rendimientos superiores a las 20 t/ha⁻¹, con un 70 % de producto exportable. Siendo uno de los factores claves para el mejoramiento del rendimiento de este cultivo, el manejo nutricional.

Vela (2010) menciona que, la vainita es una leguminosa que brinda servicios al hombre, por ejemplo, sus órganos comestibles son las vainas frescas en estado verde, antes de que las semillas lleguen a madurez fisiológica; sin embargo, las semillas maduras, pero no secas, son de alto valor nutritivo, que constituyen otra forma de consumo de esta hortaliza, conocido como semilla inmadura de vainita. El cultivo de vainita también ofrece una ventaja para la conservación del suelo porque fija nitrógeno atmosférico por la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, y la incorporación al suelo como materia verde (rastrajo luego de la cosecha), mejora la fertilidad y la estructura del suelo; además incrementa el contenido de proteína de las plantas cultivadas.

Actualmente, la demanda de los productos orgánicos en el mercado es creciente, un escenario favorable para que los pequeños productores de la región Huánuco puedan mejorar su competitividad y rentabilidad; para lo cual el uso de los abonos orgánicos, principalmente propios de las unidades de producción de las familias agricultoras, que incluye residuos de cosecha, los residuos de cocina y los excrementos de los animales. Sin embargo, hace falta establecer los insumos adecuados para cada etapa del cultivo.

En el estudio se evaluó los efectos de los abonos orgánicos sobre la producción y la calidad de vainas con fines de incrementar la rentabilidad y fortalecer la sostenibilidad de la demanda. De esta manera, se busca generar tecnología amigable con el ambiente para los agricultores potenciales de la región Huánuco en el cultivo de la vainita a escala comercial, contribuyendo de esta manera con la dinámica económica de la región y el país. Los objetivos planteados bajo las condiciones de campo experimental fueron:

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Jade, en condiciones agroecológicas de Cayhuayna, Pillco Marca, Huánuco – 2019.

Objetivos específicos

1. Evaluar los efectos del guano de isla, de la gallinaza y del compost en el desarrollo vegetativo del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Jade.
2. Determinar los efectos del guano de isla, de la gallinaza y del compost en el componente de rendimiento en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Jade.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1. Cultivo de vainita

Camarena *et al.* (2012) menciona que la vainita es una hortaliza que tiene alta difusión en el Perú, sobre todo en la costa central, donde gracias a su corto periodo vegetativo se le puede encontrar disponible durante todo el año estimándose un total de 1 500 hectáreas sembradas con esa hortaliza. Las principales zonas de producción son: Lima, Chincha, Huaral, Cañete y Virú. Este cultivo se halla técnicamente bien desarrollado en la Costa en donde, además, su consumo es bastante popular y apreciado por las características nutritivas y alto contenido de fibra de las vainas. La importancia de la vainita dentro de las hortalizas está determinada en gran parte a su precio, calidad y compatibilidad con los alimentos básicos de la dieta. En el aspecto agrícola su importancia destaca por ser un cultivo mejorador del suelo, mediante la fijación del nitrógeno atmosférico proporcionado por las bacterias nitrificantes con las que vive en simbiosis; así beneficia a los cultivos que se van a instalar con posterioridad.

2.1.1.1. Origen y distribución

Según Infoagro (2019b), la judía es una especie de origen americano, cuyos indicios más antiguos de cultivo datan del año 5 000 a.C. Pero Debouck (2002) menciona que, el género *Phaseolus* se ha originado en el continente americano y un gran número de sus especies son encontrados en Mesoamérica y en el lado oriental de los andes de Sudamérica.

INIA (2006), indica que el cultivo de la vainita esta difundido en las zonas de la costa y sierra, principalmente; estimándose un total de 1 500 hectáreas sembradas con esta hortaliza. Este cultivo se halla técnicamente más desarrollado en la costa en donde, además, su consumo es popular y

apreciado por las características nutritivas y alto contenido de fibra de las vainas.

2.1.1.2. Clasificación taxonómica

Carrillo (2018), señala que la vainita pertenece a la familia Fabaceae del orden Rosales, cuyo nombre científico es *Phaseolus vulgaris L., var. Vulgaris*, que agrupa a todas las formas cultivadas caracterizadas por su amplia distribución.

2.1.1.3. Morfología

Según Infoagro (2019b), la planta de la vainita o ejote es anual y de vegetación rápida; y Camarena *et al.* (2012) menciona que el hábito de crecimiento puede ser determinado (arbustivo y de ciclo corto) e indeterminado (de guía o trepadoras y de ciclo largo); mientras que el sistema radicular es poco profundo y está constituido por una raíz principal y un gran número de raíces secundarias y terciarias con elevado grado de ramificación hasta los pelos absorbentes que juegan un papel importante en la absorción de agua y nutrientes.

Infoagro (2019b) menciona que el tallo principal de la vainita es herbáceo, en variedades enanas presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 a 40 centímetros, mientras que otras variedades alcanzan una altura de dos a tres metros, siendo voluble y dextrógiro. Para las hojas señala que son compuestas, trifoliadas, con pequeñas estípulas en la base del peciolo; son sencillas, lanceoladas y acuminadas; y de tamaño variable según la variedad. Mientras que la flor puede presentar diversos colores, únicos para cada variedad, aunque en las variedades comerciales la flor es blanca. Las flores se presentan en racimos en número de cuatro a ocho, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos. El fruto es una legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de cuatro a seis semillas, las legumbres más

demandadas por el consumidor son las de colores verdes y amarillas de forma cilíndrica o acintada.

2.1.1.4. Etapas fenológicas

Según Morí (2017) el desarrollo de la fase vegetativa (V) inicia con el inicio de la germinación y tarda hasta el inicio de los primeros botones florales, donde inicia la fase reproductiva (**R**), que continua con la floración, la formación de las vainas y finaliza cuando la semilla culmina su desarrollo. Esta fase V comprende las siguientes etapas:

- Etapa V-0. De germinación.
- Etapa V-1. De emergencia.
- Etapa V-2. De hojas primarias.
- Etapa V-3. De primera hoja trifoliada.
- Etapa V-4. De tercera hoja trifoliolada.

La fase R, a su vez comprende las siguientes etapas:

- Etapa R-5. De prefloración
- Etapa R-6. De floración
- Etapa R-7. De formación de vainas
- Etapa R-8. De llenado de las vainas.
- Etapa R-9. De maduración.

2.1.1.5. Variedades de vainita

Mori (2017) menciona que en el Perú se cultivan varias variedades de vainita, entre los cultivares más conocidos destaca a Bush Blue Lake 47, Cloudburt, Dandy, Derby, Jade, Processor, Royalnel. Estos cultivares son elegidos de acuerdo a la preferencia del mercado actual, situación que varía constantemente. A continuación, se describe brevemente las características de algunos cultivares.

Jade: Cultivar semi precoz, cuya sección transversal de la vaina es redonda, color de semilla blanca y de uso preferentemente en fresco; presenta

crecimiento arbustivo determinado, las plantas son vigorosas con alto rendimiento y las vainas son verdes firmes y redondeadas que llegan a medir de 15,5 cm a 17,5 cm.

Derby: Cultivar resistente a enfermedades, de crecimiento arbustivo determinado con altos rendimientos. Las vainas son largas que miden alrededor de 15,5 cm. de longitud, de aspecto recto y sin fibras. Se utiliza principalmente para el procesamiento en congelados y conservas.

BBL O BUSH LAKE 274: Este cultivar ha mostrado buena adaptación en la Costa peruana y produce vainitas de diámetro regular. Puede ser cultivada incluso en climas adversos. Sus vainas se desarrollan a 14,5 a 16,5 cm. De altura, y es un cultivar de 58 días de periodo vegetativo cuyo uso es particularmente para enlatados.

SIMBEL: Presenta vainas finas que miden de 19 a 20 cm. y su semilla es de color negro. Es ideal para producir a nivel de invernadero. Esta variedad presenta un periodo vegetativo de 65 días después de la siembra.

SOLEIL: Semilla de color blanco y vaina de color amarillo intenso, mide 11 a 12 cm. y su periodo vegetativo es de 60 días después de la siembra.

Vainita Molinera 1: Cultivar precoz de alto rendimiento, cuyas vainas son de color verde y alcanzan los 15 cm. de longitud y 9 mm de grosor; alcanza la madurez de cosecha a los 60 días después de la siembra.

Vainita Molinera 2: las plantas son de tamaño mediano, vigorosas y de crecimiento arbustivo. Son precoces, alcanzado la fase reproductiva a los 47 días a la floración y son cosechadas a los 60 días después de la siembra. Presentan vainas de color verde oscuro, lisas y rectas de 13 a 15 cm de longitud y 8 mm de grosor.

2.1.1.6. Requerimientos de clima y suelo

a) Clima

La vainita es un cultivo de verano o estación cálida. Cajamarca (2015) manifiesta que la planta de vainita crece bien entre temperaturas de 15 a 27 °C. Las temperaturas bajas retardan el crecimiento, mientras que las altas temperaturas causan una aceleración.

La planta de la vainita no tolera los excesos de agua. Mientras que la luz no es un factor limitante para la producción de vainita.

b) Suelo

Toledo (2003) manifiesta que, la vainita es un cultivo que se adapta a distintos tipos de suelos, pero los mejores son los suelos de textura franca, bien drenados y con buen contenido de materia orgánica. Suelos pesados, causan fallas en la germinación. El rango óptimo de pH es de 5,5 a 6,5 lo cual indica que esta hortaliza es medianamente tolerante a la acidez del suelo y es muy sensible a la salinidad del suelo y al exceso de boro.

c) Agua

Debido a su condición de planta mesofílica, la vainita requiere disponer permanentemente de agua de buena calidad, para la obtención de máximos rendimientos.

2.1.1.7. Manejo agronómico

Preparación del terreno

Según Toledo (2003), antes de la siembra se debe realizar una labor semiprofunda de 25 a 30 cm., una buena nivelación y mullido del terreno para lograr una población uniforme de plantas, lo cual facilita las labores culturales, obtener buenos rendimientos y calidad de producto. Además, recomienda aplicar entre 20 - 30 t., de estiércol antes de la preparación del terreno y el surcado a 0,7 m. Para evitar problemas ocasionados por patógenos del suelo recomienda no realizar siembras repetidas del cultivo en el mismo ni campo

debe ser sembrada en terrenos con antecedentes de producción de pallar, frejol, etc., por lo menos hasta los tres años.

Siembra

La siembra es directa y puede ser mecanizada o manual. se hace en terreno húmedo con riego de enseño, ya que la semilla es colocada por golpes distanciados aproximadamente entre 20 - 25 cm., la cantidad de semillas por golpe debe ser de dos a tres, que significa un gasto de semilla entre 60 -70 kg/ha⁻¹ (Toledo, 2003).

2.1.2. Fertilización orgánica

Infoagro (2019a) informa que el abono orgánico son sustancias que están constituidos por desechos de origen animal y vegetal y es imprescindible para poder aportar nutrientes a la tierra para que ésta sea lo suficientemente fértil, y aumentar la actividad de los microorganismos del suelo para que las plantas crezcan y se desarrollen correctamente.

Tipos de abonos orgánicos

Según Isan (2014) el uso de uno u otro tipo de abono dependerá de muchos factores, como el acceso a estos insumos. Entre los abonos más habituales encontramos los siguientes tipos:

- **Compost:** Es el abono vegetal obtenido a través de la descomposición de restos orgánicos. Cuando el compost se hace aprovechando el proceso digestivo de las lombrices se le conoce con el nombre de humus de lombriz.

- **Turba:** Provenientes de las turberas, que vienen a ser los lugares donde se acumulan y fosilizan residuos vegetales. De ellas se extrae la turba, que sufre un proceso de formación que dura siglos. Su composición dependerá de las características de cada turbera. Existen distintos tipos de turba (rubia, parda y negra) y su nivel de carbono depende del color, yendo en aumento

cuanto más oscura es la tonalidad. Su composición es una mezcla entre el agua, la materia orgánica y la ceniza.

- **Cultivos de cobertura:** También conocido como “abono verde” y consiste en enterrar plantas cultivadas para este fin, con el objetivo de enriquecer la tierra de un modo fácil y muy efectivo, sobre todo para recuperar la calidad de los suelos erosionados a causa de las prácticas intensivas de la agricultura convencional.

- **Guano de las Islas:** Procede de las deyecciones de las aves marinas, murciélagos y focas y se utiliza para estimular el crecimiento y la floración, su poder fertilizante obedece al alto contenido en nitrógeno, fósforo y potasio.

- **Estiércol:** Son excrementos fermentados de animales, ricos en nitrógeno, a diferencia de las cenizas aplicadas directamente, que carecen de este elemento por completo. En la Tabla 01 se presenta la composición química de los estiércoles de animales domésticos.

Tabla 01. Composición química de los estiércoles (%)

| Estiércoles | Nutrientes | | | |
|--------------------|------------|-------------------------------|------------------|-------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| Vaca | 1,67 | 1,08 | 0,56 | |
| Caballo | 1,50 | 1,15 | 1,30 | |
| Gallinaza | 2 – 4 | 3 | 3,20 | |
| Oveja | 1,60 | 2,50 | 1,80 | |
| Cerdo | 1,81 | 1,10 | 1,25 | |
| Guano de islas | 13 | 12 | 2,5 | |
| Enmiendas | Nutrientes | | | |
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CE |
| Estiércol de ovino | 1,64 | 0,96 | 2,5 | 19,65 |
| Compost | 1,39 | 0,67 | 0,69 | 8,6 |
| Humus de lombriz | 1,54 | 0,21 | 0,46 | 3,8 |

Fuente: MINAGRI y AGRORURAL (2012).

2.1.3. Requerimientos nutricionales

Toledo (2003) menciona que la absorción total de nitrógeno, fósforo y potasio por hectárea para un rendimiento de 11 000 kg de vainita es de alrededor de 190 kg, 18 kg y 120 kg, respectivamente. De este total, la cosecha extrae 135 kg de nitrógeno, 11 kg de fósforo y 54 kg de potasio es mayormente absorbido en la etapa de floración, mientras que en la extracción de fósforo es más o menos constante durante el desarrollo del cultivo.

2.2 Antecedentes

Toledo (2003) menciona que los rendimientos del cultivo de vainita son variables y dependen del cultivar, época de siembra, condiciones agronómicas y sistema de cosecha. El rendimiento total es mayor en el caso de la cosecha manual en comparación a la cosecha mecanizada. Un rendimiento de 10 t./ha⁻¹ es considerado bueno a nivel comercial. Sin embargo, en experimentos realizados en la Universidad Nacional Agraria La Molina se han registrado rendimientos superiores a las 20 t/ha⁻¹, estimándose un 70 % exportable.

Cajamarca (2015) Señala que las variedades enanas o arbustivas producen menos, considerándose como buena cosecha de 1800 - 2000 kg/ha⁻¹.; mientras las variedades de enrame son más productivas que alcanzan hasta 3000-4000 kg/ha⁻¹. El rendimiento, es como consecuencia de componentes; de formación de nudos, floración, formación de vainas.

Carrillo (2018) reporta que el rendimiento de la vainita resulta mejor con el abonamiento de NPK 60-80-60 más 2 t/ha⁻¹ de guano de isla se obtuvo el mejor rendimiento (14,1 t/ha⁻¹) del cultivo de vainita. Se determinó la variación de los rendimientos por el efecto de la mezcla de abono sintético y guano de isla en el cultivo de vainita a los diferentes tratamientos, seguido de la dosis de NPK 30-60-30 + 1 t. de guano de isla con 9,6 t/ha⁻¹, finalmente 5,8 t/ha⁻¹ con suelo agrícola y NPK 0-0-0. La variación en el tamaño de vainas del cultivo

de vainita con la dosis de NPK 60-80-60 + 2 t. de Guano de isla fue de 20,23 cm, seguido de la dosis de NPK 30-60-30 + 1 t. de guano de isla con 17,26 cm, finalmente 15,73 cm con suelo agrícola y NPK 0-0-0. La variación en el número de granos por vainas del cultivo de vainita con la dosis de NPK 60-80-60 + 2 t. de Guano de Isla fue de 8,7 unidades, seguido de la dosis de NPK 30-60-30 + 1 t. de guano de isla con 8 unidades, finalmente 6 unidades con suelo agrícola y NPK 0-0-0. La variación en la cantidad de vainas por planta del cultivo de vainita con la dosis de NPK 60-80-60 + 2 t. de Guano de isla fue de 44,7 unidades, seguido de la dosis de NPK 30-60-30 + 1 t. de guano de isla con 41,7 unidades, finalmente 34,7 unidades con suelo agrícola y NPK 0-0-0. La variación en la cantidad de vainas por planta del cultivo de vainita con la dosis de NPK 60-80-60 + 2 t. de Guano de Isla fue de 52,2 g, seguido de la dosis de NPK 30-60-30 + 1 t. de guano de isla con 48, g, finalmente 43,43 g., con suelo agrícola y NPK 0-0-0.

Morí (2017) indica que el rendimiento promedio en vainita es de 7,8 t/ha¹; mientras que Loaysa y Siura (s. f.) en una investigación sobre rotación de cultivos con vainita, encontraron diferencias significativas con la rotación vainita-crotalaria, con una producción de 11,54 t/ha¹ en comparación al manejo sin rotación con el que obtuvieron 6,89 t/ha¹, así mismo bajo este tratamiento los rasgos de altura de planta y la relación larga/ancho de las vainas resultaron significativamente superiores. Así mismo, reportan que hay significancia entre los rendimientos de las diferentes variedades, por ejemplo, sobresale el cultivar BBL con 12,83 t/ha¹ en comparación al cultivar Jade que llegó sólo a 5,18 t/ha¹.

Gutiérrez (2016), señala que el rendimiento de la vainita, variedad Jade varía de 5,60 a 9,48 t/ha¹ utilizando algas marinas como insumo de nutrición, aunque con Fertimar tuvo el mayor promedio, pero diferencias estadísticamente significativas con otros tratamientos ensayados. El diámetro y longitud de las vainas no fueron influenciados por ningún tratamiento, los

valores fueron 8,54 mm y 17,12 cm respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de vainas. *Phyllium* mostró el mayor valor con 8,61 g. El contenido de materia seca no fue afectado por los tratamientos; los valores fueron 17,64% en hojas 18,58%, en tallos y 7,13% en vainas. La concentración foliar de K en vainas mostró diferencias estadísticas, Agrostemin tuvo el mayor contenido con 2,84%.

Fernández (2019) menciona que, en el trabajo de fuentes de nutrición en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) en condiciones edafoclimáticas del anexo Nueva Esperanza, distrito de Huacrachuco, provincia de Marañón y región Huánuco, obtuvo que el tratamiento T2(Yara Mila Complex) destacó en el tamaño de vainas por planta, número de vainas por planta y rendimiento por hectárea con 15,17 centímetros, 23 unidades y 6 034,50 kg/ha⁻¹ respectivamente.

Robles y Santiago (2019) mencionan que en el trabajo de Fuentes orgánicas de nutrición en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad Jade, en condiciones edafoclimáticas de Marabamba, Huánuco, 2018, obtuvieron para altura de planta 51,67 cm para el T1(Guano de islas, a razón de 24,75 g/planta), para número de vainas por planta lograron 35 unidades con el T1(Guano de islas, a razón de 24,75 g/planta), Para longitud de vaina 21,15 cm con el T1(Guano de islas, a razón de 24,75 g/planta), para peso de vainas por planta obtuvieron 468,36 gramos con el T1(Guano de islas, a razón de 24,75 g/planta) y lograron un rendimiento de 22302,86 kilogramos por hectárea para el T1(Guano de islas, a razón de 24,75 g/planta).

Falcón y Lorenzo (2019) indican que, en el trabajo de Dosis de guano de Isla en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris var. Jade.*), en condiciones edafoclimáticas de Pillco Marca, Huánuco, 2018, lograron para la variable altura de planta 43,48 cm para el T2(Guano de islas, a razón de 0,6 t/ha⁻¹), para número de vainas por planta lograron 19 unidades con el

T3(Guano de islas, a razón de 0,4 t/ha⁻¹), para longitud de vaina 16,44 cm con el T2(Guano de islas, a razón de 0,6 t/ha⁻¹), para peso de vainas por planta obtuvieron 259,58 gramos con el T3(Guano de islas, a razón de 0,5 t/ha⁻¹) y lograron un rendimiento de 14421,11 kilogramos por hectárea para el T1(Guano de islas, a razón de 0,5 t/ha⁻¹).

2.3. Hipótesis

Hipótesis general

Los abonos orgánicos tendrán efectos significativos en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones agroecológicas de Cayhuayna, Pillco Marca, Huánuco – 2019.

Hipótesis específicas

1. Existen efectos significativos del guano de isla, de la gallinaza y del compost en el desarrollo vegetativo en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.)
2. Existen efectos significativos del guano de isla, de la gallinaza y del compost en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.)

2.4. Variables y Operacionalización de variable

Tabla 02. Operacionalización de variables

| | Dimensiones | Indicador | Sub indicador |
|---|------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Independiente: abonos orgánicos | Guano de isla | Volumen | tn.ha ⁻¹ |
| | Gallinaza | | |
| | Compost | | |
| Dependiente: Rendimiento | Desarrollo vegetativo | Altura de planta. | cm |
| | Componentes de productividad | Peso de vainas por planta. | g |
| | | Número de vainas por planta. | unidad |
| | | Longitud de vainas. | cm |
| | | Espesor de vainas | cm |
| Intervinientes: Ambiente | Factores climáticos | Temperatura | °C |
| | | Precipitación | mm |
| | Suelo | Textura | % |
| | | Materia orgánica | % |
| | | Acidez o alcalinidad | pH |

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de Investigación

Se realizó una investigación de tipo aplicada, porque permitió emplear los conceptos científicos existentes para generar conocimientos tecnológicos sobre el uso de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de vainita variedad Jade, en condiciones edafoclimáticas del CIFO, Pillco Marca, Huánuco.

Nivel de Investigación

El nivel de investigación fue experimental, porque se manipuló intencionalmente la variable independiente (abonos de fuentes orgánicas) y se evaluarán sus efectos sobre el variable dependiente (desarrollo vegetativo y rendimiento), los mismos que fueron comparadas con un testigo o control sin fertilización.

3.2. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el Centro de Investigación Frutícola y Olerícola (CIFO) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ubicado al margen izquierdo de río Huallaga, cuya ubicación política y geográfica es la siguiente:

Ubicación política

| | |
|-----------|----------------|
| Región | : Huánuco |
| Provincia | : Huánuco |
| Distrito | : Pillco Marca |
| Lugar | : Cayhuayna |

Posición geográfica

| | |
|---------|-------------|
| Altitud | : 1947 msnm |
|---------|-------------|

Latitud Sur : 09° 57' 07"

Longitud Oeste : 76° 14' 55"

Condiciones agroecológicas

Según el Mapa Ecológico del Perú del INRENA (2010), la zona en estudio, está ubicado en la formación vegetal monte espinoso - Pre Montano Sub tropical. Las condiciones climáticas de la localidad de Cayhuayna, se ubica dentro de un clima templado cálido, con una temperatura promedio anual de 18 a 24 °C, precipitación media anual de 600 a 800 mm y con una humedad relativa de 70 a 80%. El suelo es franco arenoso y la topografía es plana, los cultivos que predominan son frutales y entre los cultivos anuales, los cereales, leguminosas y hortalizas.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

Población

La población del cultivo de vainita estuvo conformada por 1 200 plantas de vainita dentro del campo experimental.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 24 plantas por unidad experimental y un total de 288 plantas para cada una de las variables a observar.

Tipo de muestreo

El muestreo de las plantas se realizó mediante la técnica del muestreo estratificado, a fin de evaluar las 24 plantas de cada una de las parcelas netas experimentales.

3.4. Tratamientos en estudio

Se realizó un experimento con un solo factor en estudio, que son los abonos orgánicos y, la respuesta en el desarrollo vegetativo y la productividad

de la variedad Jade, cuyas semillas fueron de la categoría certificada. Los tratamientos y sus claves se presentan en la Tabla 03.

Tabla 03. Abonos orgánicos utilizados en el experimento

| Abonos | Clave | Cantidad/planta (g) |
|--------------------|-------|---------------------|
| Guano de las Islas | T1 | 20 |
| Gallinaza | T2 | 87 |
| Compost + EM | T3 | 187 |
| Testigo | T4 | sin abono |

3.4.1. Descripción del área experimental

Característica del campo experimental:

| | | |
|-----------------------------------|---|-----------------------|
| Largo | : | 12,40 m |
| Ancho | : | 10,90 m |
| Área Total del campo experimental | : | 135,16 m ² |

Bloques:

| | | |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| Numero de bloques | : | 3 |
| Largo de bloque | : | 8,90 m |
| Ancho de bloque | : | 2,80 m ² |
| Área neta experimental por bloque | : | 24,92 m ² |

Parcelas experimentales:

| | | |
|---|---|---------------------|
| Largo de parcela | : | 2,80 m |
| Ancho de parcela | : | 2,00 m |
| Área de la unidad experimental | : | 5,60 m ² |
| Área de muestreo de la parcela experimental | : | 0,70 m ² |
| Total de plantas por parcela experimental | : | 80,00 |

Surcos:

| | | |
|--|---|--------|
| Nº de surcos por parcela | : | 4,00 |
| Número de plantas por hileras | : | 20,00 |
| Distancia entre hileras | : | 0,70 m |
| Distancia entre plantas en hileras | : | 0,20 m |
| Número de plantas/área neta experimental | : | 24,00 |

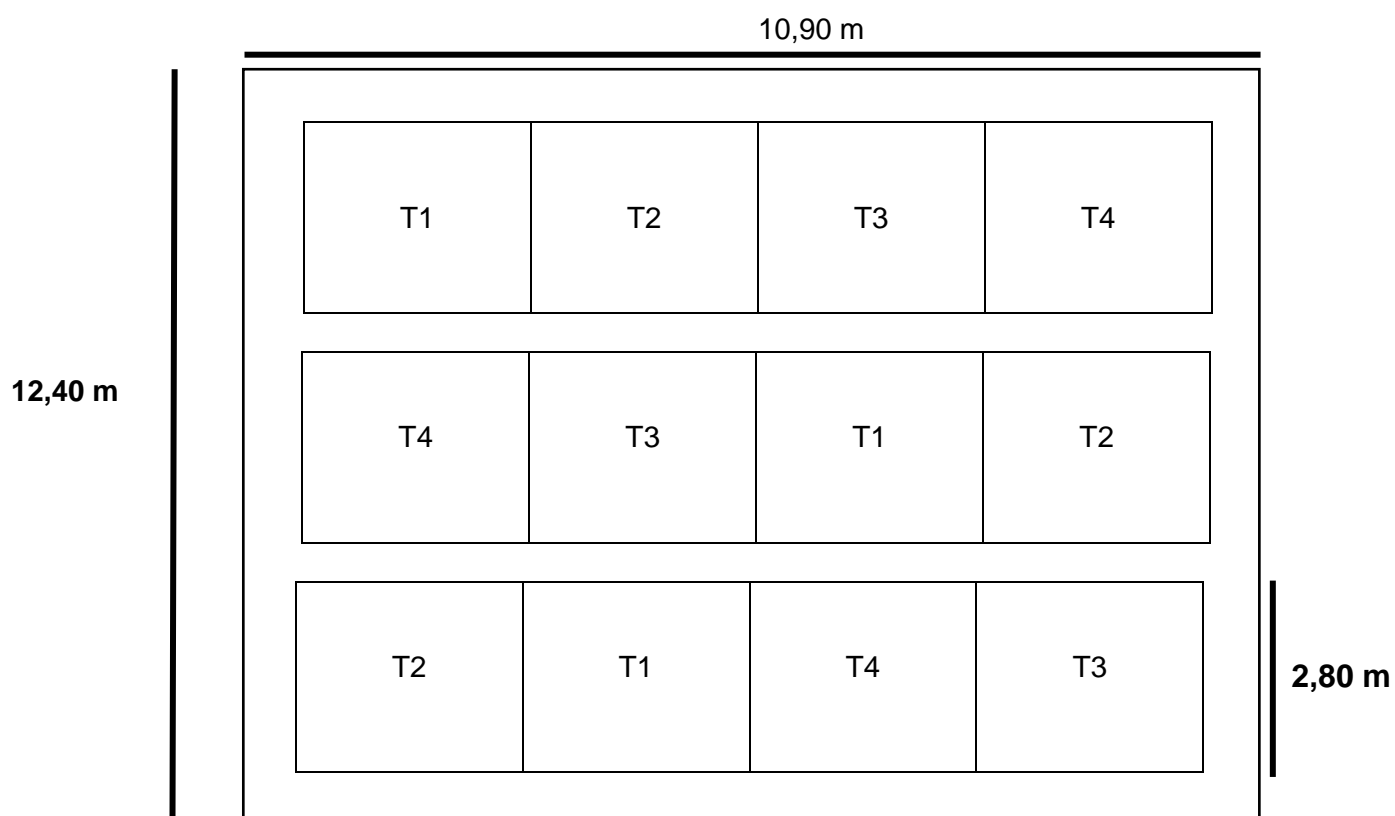


Figura 01. Croquis del campo experimental

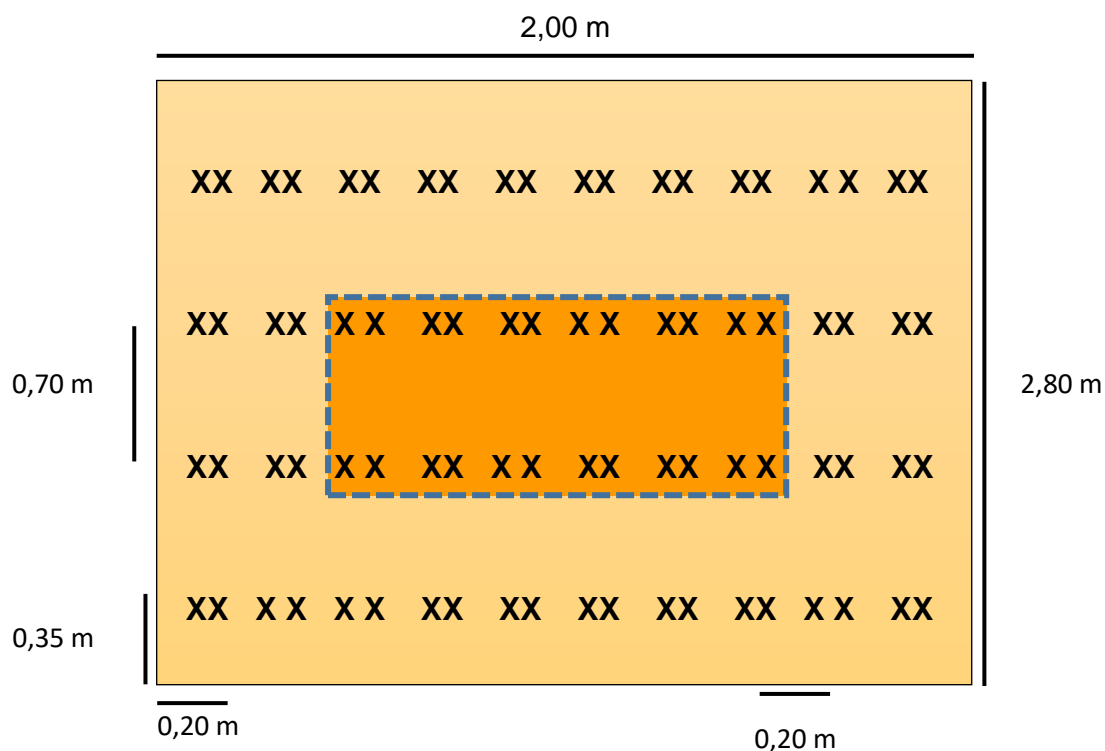


Figura 02. Detalle de la parcela experimental

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Diseño de la investigación

El experimento se realizó con un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizadas (DBCA), con tres repeticiones y cuatro tratamientos, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

Modelo aditivo lineal

Se usará la siguiente ecuación lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : j – ésima variable de estudio

μ : media general de las observaciones de la variable de estudio

T_i : efecto del i – ésimo tratamiento

β_j : efecto del j – ésimo bloque

e_{ij} : error experimental del i – ésimo tratamiento y j – ésimo bloque

3.5.1.1. Técnicas estadísticas

Los datos fueron analizados mediante la técnica de análisis de la variancia y la prueba inferencial de Fisher al 5% de significancia y la comparación de medias de los tratamientos se realizó a través la Prueba de Tukey. El análisis de la variancia consistió en la descomposición de la variabilidad total observada para cada variable en estudio según las fuentes del diseño del experimento, cuyos detalles se presenta en la Tabla 04.

Tabla 04. Esquema del análisis de la varianza (ANAVA)

| Fuente de Variación | Grados de libertad (gl) | Suma de cuadrados (SC) | Cuadrados medios | Fc |
|---------------------|-------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|
| Bloques | $r-1$ | SC (Bloque) | $CM_b = \frac{SC \text{ (Bloque)}}{gl \text{ (} r-1)}$ | $\frac{CM \text{ (Bloque)}}{CMe}$ |
| Tratamientos | $t - 1$ | SC (Tratamiento) | $CM_t = \frac{SC \text{ (Trat.)}}{gl \text{ (} t-1)}$ | $\frac{CM \text{ (Trat.)}}{CMe}$ |
| Error Experimental | $(r-1)(t - 1)$ | SC(Error) | $CMe = \frac{SC \text{ (Error)}}{gl \text{ (} r-1)(t-1)}$ | |
| Total | tr - 1 | SC(Total) | | |

3.5.2. Datos registrados

a) Altura de planta

Se realizó la evaluación de la altura de la planta con una cinta métrica desde el cuello hasta el ápice terminal de la planta, las observaciones fueron realizadas en la máxima floración de las plantas.

b) Numero de vainas por planta

Se anotó el número de vainas de 24 plantas, lo cual se realizó por conteo y manejo directo.

c) Longitud de vainas por planta

La evaluación se realizó utilizando un vernier para determinar el tamaño de 10 vainas al azar.

d) Diámetro de vainas

Se llevó a cabo la evaluación usando un vernier para determinar el espesor de 10 de vainas al azar.

e) Peso de las vainas por planta

Se evaluó el peso de vainas por planta del área de muestreo, cuando las plantas presentaron vainas verdes, se realizó utilizando una balanza de precisión en décimas de gramo después de haber obtenido el peso de vainas por planta.

f) Rendimiento

El rendimiento por parcela experimental se proyectará a rendimiento por hectárea.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

a) Técnicas de recolección de información

- Análisis documental: permitió analizar el material a estudiar y apreciarlo desde un punto de vista formal, luego desde su contenido.
- Análisis de contenido: permitió analizar la comunicación de una manera objetiva, sistemática y cuantitativa para hacer inferencias válidas y confiables de datos respecto a su contenido.
- Fichaje: se utilizó para registrar aspectos esenciales de los materiales que se lee, luego de organizarlo sistemáticamente.

b) Técnicas de campo

Observación: la recolección de datos fue realizada mediante la observación directa en la unidad de análisis (planta), es decir, a través del contacto directo con la variable dependiente.

c) Instrumentos de recolección de información documental o bibliográfica

Fichas: permitió anotar los datos encontrados en las fuentes documentales consultadas.

- Fichas de investigación

Sirvió para organizar los aspectos más importantes del contenido de un libro, de una revista, de una tesis o de un artículo periodístico tales como conceptos, definiciones, comentarios, estas se clasifican en:

- ✓ Textuales: se utilizó para la recopilación de información de manera textual de los textos bibliográficos y hemerográficos.
- ✓ Comentario: se utilizó para la recopilación de información a manera de comentario de los textos bibliográficos y hemerográficos.
- ✓ Resumen: se utilizó para la recopilación de información de manera resumida de los textos bibliográficos.

- Fichas de localización

- ✓ Hemerográficas: se utilizaron para recolectar las características más resaltantes de una publicación hallada en un periódico, revista o cualquier medio impreso.
- ✓ Bibliográficas: se utilizó para recopilar información de los libros, tesis, etc.
- ✓ Internet: se utilizaron para la recopilación de información electrónica de manera resumida de los textos bibliográficos.

d) Instrumentos de registro de datos en campo

Permitió recolectar los datos directamente del campo experimental.

- Libreta de campo: se utilizó para registrar los datos de la variable dependiente.

3.6. Materiales y equipo

- Materiales: materiales de escritorio, wincha, cordel, libreta de campo, tabletas de identificación, banner de tesis.
- Herramientas: pico, azadón, rastrillo, tijera de podar.
- Insumos: semillas de vainita, compost, gallinaza, guano de isla, fungicida, insecticidas.
- Equipos: mochila fumigadora, cámara fotográfica, GPS, laptop

3.7. Conducción de la investigación

a) Selección del área para el cultivo

Se realizó la selección del terreno teniendo en cuenta el fácil acceso al lugar y disponibilidad de riego, pero como el Centro de Investigación Frutícola y Olerícola (CIFO) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, tiene todas las facilidades entonces no había ninguna dificultad.

b) Análisis de suelo

Antes de la preparación del terreno se tomó muestras de suelo del campo experimental, a una profundidad de 20 centímetros para realizar los análisis físico-químicos de macro y micronutrientes en el laboratorio de suelos.

c) Labores agronómicas

- Preparación del suelo

La limpieza y preparación del terreno se realizó en forma manual que consistirá en el corte y traslado de las malezas; luego la roturación, desterronamiento y nivelación, después se delimitó el campo experimental de acuerdo con el croquis del experimento para realizar el surcado.

- Obtención de la semilla: se utilizó semilla certificada.

- Siembra

Se procedió la siembra en forma manual y directa, en cada unidad experimental, a una distancia de 20 cm entre planta y de 70 cm entre hilera y se colocó 2 semillas por golpe a una profundidad de 4 cm.

- Aplicación de abonos orgánicos

Al momento de la siembra, se procedió a incorporar la gallinaza, compost y guano de islas a razón de 5 tn/ha respectivamente para cada tratamiento, la aplicación se realizó en forma manual.

- Riegos

Se realizó de acuerdo a la necesidad de la planta y a la clase textural del suelo, los primeros riegos se aplicaron en forma ligera.

- Aporque

Se realizó en forma manual, de acuerdo a las necesidades presentes del cultivo.

- Control fitosanitario

Se aplicaron preventivamente insecticidas y fungicidas durante el desarrollo del cultivo para evitar ataques de plagas y enfermedades.

- Cosecha

Las vainas se cosecharon cuando alcanzaron una madurez comercial. Se realizaron 4 cosechas, cada 7 días, iniciándose a los 50 días desde la siembra.

IV. RESULTADOS

Los resultados de los análisis de variancia (ANDEVA) para las variables estudiadas se presentan en tablas, así como la prueba inferencial de Fisher, las comparaciones de los promedios para los tratamientos ensayados realizadas mediante la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey y los estadísticos descriptivos, tales como, coeficiente de variación (CV), desviación estándar ($S_{\bar{x}}$), promedio (\bar{X}), coeficiente de determinación (R^2) y coeficiente de determinación ajustado (R_{Aj}^2). En cada caso se presentan las interpretaciones de los ANDEVA, las pruebas de comparación de promedios y de los estadísticos descriptivos. Previo a los ANDEVA, se verificó que los datos para las variables en estudio cumplan con el supuesto de la normalidad, mediante la prueba de Shapiro-Wilks Modificado; los datos de todas las variables presentan una distribución normal, cuyos resultados se presentan en el Anexo 05. Los promedios de los valores observados de las variables estudiadas en las muestras se presentan en los anexos 01, 02, 03 y 04.

La prueba F se realizó mediante el enfoque p, comparando el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$) con el p-valor de la fuente de variación correspondiente, siendo significativo cuando p valor $< \alpha$ y viceversa para cada nivel de significancia. La significancia se interpreta como la diferencia estadística de los promedios de la variable en estudio en la fuente de variación correspondiente (bloque o tratamiento), y la no significancia como dichos promedios son similares (no presentan diferencia) estadísticamente. Los resultados de las variables estudiadas fueron agrupados en dos componentes de desarrollo de las plantas de vainita: el componente vegetativo (altura de planta a la cosecha) y el componente de rendimiento (número de vainas por planta, longitud de vainas, peso de vainas y kilogramos de granos por hectárea).

4.1. Desarrollo vegetativo del cultivo de vainita

En la Tabla 05 se presenta el resultado del ANDEVA y en la Tabla 06 el resultado de la Prueba de Tukey.

Tabla 05. Análisis de varianza para altura de planta (cm) a la cosecha

| Fuente de Variación | gl | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F | p valor |
|---------------------|-------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| Tratamiento | 3,00 | 240,78 | 80,26 | 5,34 | 0,0395 |
| Bloques | 2,00 | 153,05 | 76,53 | 5,09 | 0,0510 |
| Error | 6,00 | 90,24 | 15,04 | | |
| Total | 11,00 | 484,07 | | | |
| C.V. = 11,75 | | $\bar{X} = 33,02$ | $S\bar{x} = 6,63$ | $R^2 = 0.81$ | $R^2_{Aj} = 0,66$ |

La altura de planta presentó diferencia estadística al 0.05 ($p = 0,0395 < 0,05$) de confianza para la fuente de tratamientos. Es decir, el promedio de la altura de plantas para las muestras observadas de cada conjunto de plantas desarrolladas bajo los tratamientos ensayados son diferentes estadísticamente, o que al menos el promedio estimado para la variable es diferente estadísticamente en uno de los tratamientos.

Según el valor estimado del coeficiente de variación, los valores observados para la altura de plantas se encuentran concentradas alrededor de la media general; de acuerdo con el valor de la desviación estándar, los valores más probables de la variable estudiada se encuentran en el rango de 26,39 - 39,65 cm; y según el coeficiente de determinación ajustado (R^2_{Aj}) el 66% de la variación observada para la altura de planta es consecuencia de los efectos de los tratamientos ensayados.

Tabla 06. Prueba de Tukey para altura de planta (cm) a la cosecha

| O.M. | Clave | Tratamiento | Promedio (cm) | Significancia | |
|------|-------|---------------------------------|---------------|---------------|------|
| | | | | 0.05 | 0.01 |
| 3 | T1 | Guano de las Isla, 20 g/planta. | 36,74 | a | a |
| 1 | T2 | Gallinaza, 87 g/planta. | 35,53 | a b | a |
| 2 | T3 | Compost + EM, 187 g/p | 34,40 | a b | a |
| 4 | T4 | Testigo | 25,39 | b | a |

La Prueba de Tukey confirma que los promedios de los tratamientos tienen diferencias estadísticas significativas al nivel de significancia de 0.05, resultando superior el promedio (36,74 cm) de la variable en el tratamiento Guano de las Islas 20 gramos/planta (T1) en comparación a los promedios de los otros tratamientos (T2, T3 y T4); mientras que al 0.01 de significancia no se encontró diferencias estadísticas entre los promedios de la altura de planta para ninguna fuente de variación.

4.2. Rendimiento del cultivo de vainita

En la Tabla 07 se presentan los resultados de los ANDEVA, los estadísticos descriptivos de cada variable estudiada y en la Tabla 08 los resultados de las Pruebas de Tukey.

Tabla 07. Análisis de varianza de las variables relacionadas con el rendimiento

| Fuente de Variación | gl | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F | p valor |
|---|--------------------|--------------------|----------------|-------------------|---------|
| Número de vainas por planta | | | | | |
| Tratamiento | 3,00 | 329,88 | 109,96 | 6,23 | 0,0284 |
| Bloques | 2,00 | 35,61 | 17,80 | 1,01 | 0,4191 |
| Error | 6,00 | 105,91 | 17,65 | | |
| Total | 11,00 | 471,39 | | | |
| CV = 24,53 | $\bar{X} = 17,13$ | $S\bar{x} = 6,55$ | $R^2 = 0,78$ | $R^2_{Aj} = 0,59$ | |
| Longitud de vainas por planta (cm) | | | | | |
| Tratamiento | 3,00 | 19,10 | 6,37 | 2,04 | 0,2102 |
| Bloques | 2,00 | 4,91 | 2,46 | 0,79 | 0,4977 |
| Error | 6,00 | 18,75 | 3,13 | | |
| Total | 11,00 | 42,76 | | | |
| CV = 10,63 | $\bar{X} = 16,63$ | $S\bar{x} = 1,97$ | $R^2 = 0,56$ | $R^2_{Aj} = 0,20$ | |
| Peso de vainas por planta (g) | | | | | |
| Tratamiento | 3,00 | 13920,89 | 4640,30 | 3,99 | 0,0703 |
| Bloque | 2,00 | 6476,40 | 3238,20 | 2,79 | 0,1393 |
| Error | 6,00 | 6970,70 | 1161,78 | | |
| Total | 11,00 | 27367,99 | | | |
| CV = 24,62 | $\bar{X} = 138,42$ | $S\bar{x} = 49,88$ | $R^2 = 0,75$ | $R^2_{Aj} = 0,53$ | |

De las tres variables estudiadas, sólo para los promedios del número de vainas por planta se encontró diferencia estadística al 0.05 ($p = 0,0284 < 0,05$) en la fuente de variación de tratamientos, mientras que para las otras variables no se encontraron diferencias estadísticas para los promedios

a nivel de bloques ni para la fuente de variación de tratamientos. Es decir, el promedio en el número de vainas para las muestras observadas de cada conjunto de plantas desarrolladas bajo los tratamientos ensayados son diferentes estadísticamente, o que al menos el promedio estimado para la variable es diferente estadísticamente en uno de los tratamientos.

Los coeficientes de variación resultaron menores al 30% para las tres variables estudiadas, los cuales indican que los datos observados de dichas variables se encuentran concentradas alrededor de sus promedios estimados. Los coeficientes de determinación ajustados son relativamente bajos (no superan el 60%), el cual hace suponer que los tratamientos en estudio no son los determinantes de las variaciones observadas en los datos de las variables aleatorias. De acuerdo con las desviaciones estándares los valores más probables para número de vainas por planta se encuentran entre 11 – 24, para longitud de vainas entre 14, 66 – 18,60 cm y para peso de vainas por planta entre 88,54 – 188,30 g. respectivamente.

Tabla 08. Prueba de Tukey para las variables asociadas con el rendimiento

| OM | Clave | Tratamiento | Promedio | Significancia | |
|---|-------|----------------------------|----------|---------------|------|
| | | | | 0.05 | 0.01 |
| Número de vainas por planta | | | | | |
| 1 | T3 | Compost + EM, 187 g/p | 21,62 | a | a |
| 2 | T1 | Guano de las islas, 20 g/p | 20,20 | a b | a |
| 3 | T2 | Gallinaza, 87 g/p | 18,04 | a b | a |
| 4 | T4 | Testigo | 7,94 | b | a |
| Longitud de vainas por planta (cm) | | | | | |
| 1 | T2 | Gallinaza, 87 g/p | 17.88 | a | a |
| 2 | T3 | Compost + EM, 187 g/p | 17,46 | a | a |
| 3 | T1 | Guano de las Islas, 20 g/p | 16,58 | a | a |
| 4 | T4 | Testigo | 14,61 | a | a |
| Peso de vainas por planta (g) | | | | | |
| 1 | T3 | Compost + EM, 187 g/p | 164.58 | a | a |
| 2 | T1 | Guano de las Islas, 20 g/p | 156,70 | a | a |
| 3 | T2 | Gallinaza, 87 g/p | 151,90 | a | a |
| 4 | T4 | Testigo | 77,58 | a | a |

La Prueba de Tukey para el número de vainas por planta confirma que los promedios de los tratamientos tienen diferencias estadísticas significativas al 0.05 de significancia, resultando en el tratamiento compost + EM (T3) la mayor cantidad de vainas por planta (22 vainas por planta), estadísticamente superior con respecto a los promedios del número de vainas encontradas con los otros tratamientos.

Para la variable longitud de vaina, la Prueba de Tukey discrimina que las vainas más grandes (17,88 cm) fueron observadas en el tratamiento gallinaza (T2) aunque estadísticamente similar con respecto a los promedios observados en los otros tratamientos ensayados; mientras que el peso de vainas por planta (164,58 g.), según la Prueba de Tukey resultó mayor con el tratamiento compost + EM (T3), pero estadísticamente similar en comparación a los promedios obtenidos con los otros tratamientos. En la Figura 03 se ilustran los promedios de las variables estudiadas en los diferentes tratamientos ensayados.

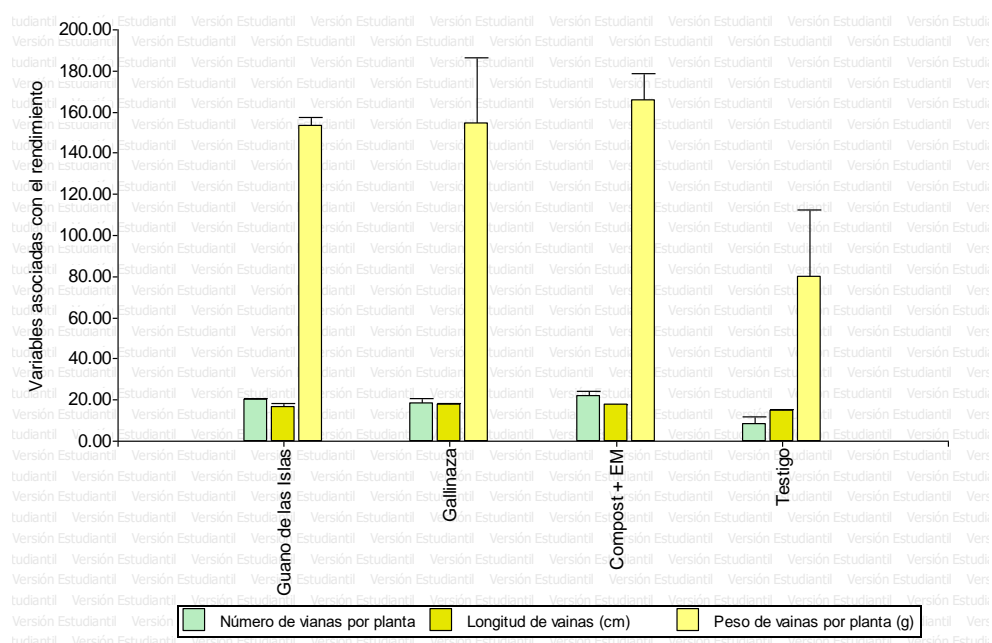


Figura 03. Promedios de las variables aleatorias asociadas con el rendimiento de la vainita

4.2.4. Peso de vainas en kilogramos por hectárea

Los rendimientos por hectárea fueron estimados mediante operaciones aritméticas y son expresados en kilogramos por hectárea. Se obtuvo un mayor rendimiento de órgano cosechable (vainas verdes) con el tratamiento compost + EM (T3) ($11,8 \text{ t/ha}^{-1}$). Los rendimientos estimados se presentan en la Tabla 09.

Tabla 09. Rendimientos reales estimados de vainita por hectárea según tratamientos

| Tratamientos | Rendimiento (kg/ha^{-1}) |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| T3 (Compost + EM) 187g/p | 11 755,71 |
| T1 (Guano de las Islas) 20 g/p | 11 192,86 |
| T2 (Gallinaza), 87 g/p | 10 850,00 |
| T4 (Testigo) | 5 541,43 |

V. DISCUSIÓN

5.1. Desarrollo vegetativo de la planta de vainita var. Jade

La mayor altura promedio de las plantas (36,74 cm) del cultivo de vainita var. Jade obtenida con el tratamiento Guano de las Islas (T1), utilizando 20 gramos/planta en el CIFO de la UNHEVAL, es menor al resultado que obtuvieron Robles y Santiago (2019) para esta variable aleatoria (51,67 cm), utilizando 24,74 g. de Guano de las Islas por golpe en condiciones bioclimáticas de Marabamba, Huánuco; así mismo, en comparación a lo que obtuvieron Falcón y Lorenzo (2019), 43,48 cm. de altura promedio de plantas utilizando 11 g de Guano de las Islas por golpe en el CIFO de la UNEHVAL. Uno de los aspectos importantes que no fueron considerados en los tres estudios mencionados es la caracterización fisicoquímica de los suelos, dado que los resultados de mayor desarrollo de altura de las plantas estarían asociados al aporte de los nutrientes de los suelos que podrían ser diferentes entre los suelos donde se realizaron los ensayos, ya que el momento de la observación de los datos fueron a la máxima floración en la investigación realizada por los autores de esta tesis y por Falcón y Lorenzo.

5.2. Rendimiento del cultivo de vainita var. Jade

El mayor número de vainas por planta (22 vainas en promedio) se obtuvo con el tratamiento compost con EM (T3), utilizando 187 gramos/planta. Este indicador biométrico también es menor con lo obtenido por Fernández (2019) de 23 vainas por planta en promedio utilizando fertilizante Yara Mila Complex, con lo obtenido por Robles y Santiago (2019) un promedio de 35 vainas por planta utilizando 24,75 g por planta de Guano de las Islas; pero es mayor a lo obtenido por Falcón y Lorenzo (2019) de 19 vainas por planta en promedio utilizando 11 g de Guano de las Islas por planta.

El mayor promedio para longitud de vainas por planta se obtuvo con el tratamiento gallinaza a razón de 87 gramos/planta con, 17,88 cm, resultado

superior a lo obtenido por Fernández (2019) quien obtuvo 15,17 cm, y al de Falcón y Lorenzo (2019) quienes lograron 16,44 cm; pero dicho promedio es menor a lo obtenido por Robles y Santiago (2019), 21,15 cm en promedio con el uso de 24,75 g. de Guano de las Islas por planta.

El mejor peso de vainas por planta se logró con el tratamiento compost + EM (T3) a razón de 187 gramos por planta, con 164,58 g/planta. Este resultado es superior a lo obtenido por Fernández (2019), quien logró 108,62 gramos utilizando Yara Mila Complex, pero es inferior a los obtenidos por Falcón y Lorenzo (2019) quienes lograron 259,58 g. utilizando Guano de las Islas a razón de 9 g/planta y Robles y Santiago (2019) que obtuvieron 468,36 g/planta en promedio con 24,75 g/planta de Guano de las Islas.

El rendimiento real estimado fue superior con el tratamiento compost + EM, a razón de 187 g/planta, con un volumen de 11 755.714 kg/ha⁻¹. Este indicador es superior a lo obtenido por Fernández (2019), 6 034.50 kg/ha⁻¹ utilizando Yara Mila Complex, pero inferior a los obtuvieron Falcón y Lorenzo (2019) quienes lograron 14 421.11 kg/ha⁻¹ utilizando 9 g/planta de Guano de las Islas, y Robles y Santiago (2019) quienes obtuvieron 22 302.86 kg/ha⁻¹ utilizando 24,75 g/planta de Guano de las Islas.

Los indicadores biométricos del desarrollo vegetativo y rendimiento de la vainita corroboran que los desempeños de las plantas están asociados con los factores bióticos y abióticos del ambiente específico donde son cultivados, además con las prácticas agronómicas que son realizadas y que son casi particulares en cada parcela y ciclo de producción, tal como resultaron los coeficientes de determinación ajustados para todas las variables que determinan rendimiento. Por lo tanto, la investigación realizada aporta con conocimiento sistemático sobre el manejo de la nutrición basado en fuentes orgánicas para la producción de vainita en el valle de Huánuco, resultando el Guano de las Islas con una dosis de 20 g/planta, equivalente a 1100 kg/ha⁻¹ resultó adecuado para una mejor producción del cultivo.

VI. CONCLUSIÓN

La investigación realizada permite concluir lo siguiente:

1. El tratamiento Guano de las Islas a razón de 20 g/planta fue el mejor para las variables asociadas con el crecimiento vegetativo del cultivo de vainita, var. Jade, con el que se obtuvo un promedio 36,74 cm de altura de planta.
2. Para las variables asociadas con el rendimiento real del cultivo fue mejor el tratamiento compost + EM a razón de 187 g/planta, con el que se lograron 22 vainas en promedio por planta, peso promedio de vainas por planta de 164,58 g. y un rendimiento estimado de 11 755.714 kg/ha⁻¹ de vainas frescas.
3. El promedio de la variable longitud de vainas por planta fue mayor con el tratamiento gallinaza utilizado a razón de 87 g/planta, con el que se obtuvo 17,88 cm.
4. El manejo de la fertilización no determina el rendimiento óptimo, sino es un elemento importante del cultivo de vainita, así como las otras prácticas agronómicas que deben ser realizadas con el debido cuidado.

VII. RECOMENDACIONES

Con base a la investigación realizada se recomienda lo siguiente:

1. Evaluar el costo beneficio del uso de abonos de fuentes orgánicas para la producción de vainita, en algunas localidades puede resultar mejor el Guano de las Islas, en otros el Compost enriquecido con microorganismos eficaces, así mismo complementar con una caracterización físicoquímica del suelo para establecer el plan de nutrición, así como el plan de manejo integrado del cultivo.
2. Realizar otras investigaciones adaptativas con otras fuentes orgánicas e inorgánicas para la nutrición del cultivo de vainita y de esta manera contribuir con la producción sostenible de alimentos de origen vegetal para la sociedad.
3. Realizar investigaciones adaptativas de nutrición del cultivo de vainita y otros cultivos olerícolas importantes en la región, utilizando abonos de fuentes orgánicas y su relación con índices de calidad y análisis económico.

VIII. LITERATURA CITADA

- Cajamarca, R. 2015. Evaluación del efecto de abonamiento orgánico en la producción de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Estación Experimental Agraria – INIA – Chumbibamba – Andahuaylas (en línea). Tesis Ing. Agr. Abancay, Perú, UTEA. Consultado 20 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2mddbCs>.
- Camarena, F; Huaranga A; Mostacero, J; Patricio, M. 2012. Tecnologías para el incremento de la producción del frijol vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) para la exportación. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Carrillo B, EE. 2018. Efecto de la mezcla de abonos sintéticos y guano de Isla en el rendimiento del cultivo de vainita en condiciones del Centro Allpa Rumi de Marcará, 2017. Tesis Ing. Agr. Huaraz, Perú, UNSAM. Consultado 20 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3u9JO1E>
- Debouck, D. 2002. Taxonomía, distribución y ecología del género *Phaseolus* (*Leguminosae Papilionodeae*) Botanical Miscellany en Norteamérica, México y Centro América. 310 p.
- Falcón LI, LM; Lorenzo T, OP. 2019. Dosis de guano de isla en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* var. *Jade*) en condiciones Edafoclimáticas de Pillco Marca, Huánuco 2019 (en línea). Tesis Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. Consultado 30 oct. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3mtFXtT>
- Fernández O, L. 2019. Fuentes de nutrición en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Jade en condiciones Edafoclimáticas de Nueva Esperanza, Marañón, Huánuco 2017 (en línea). Tesis Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3fGIVJN>
- Gutiérrez, YK. 2016. Extracciones de algas marinas en el rendimiento y calidad de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de La Molina

- (en línea). Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3cOO9Bz>
- Isan, A. 2014. Cinco tipos de abonos orgánicos para tu jardín o huerto (en línea, sitio web). Consultado 20 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2kWHUUa>.
- InfoAgro (Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense). 2019a. Abonos orgánicos: tipos de abonos orgánicos (en línea, sitio web). Consultado 27 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2NcM9QP>.
- InfoAgro (Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense). 2019b. El cultivo de la judía (en línea, sitio web). Consultado 27 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2mr4ncV>.
- INIA (Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú). 2006. Hortalizas. La Platina (en línea, sitio web). Consultado 15 nov. 2019. Disponible en <http://www.inia.cl.htm>.
- Loaysa, L; Siura, S, s.f. Productividad de seis cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en un sistema de producción orgánico y rotación con crotalaria (*Crotalaria juncea*. L.) Lima, Perú. Consultado el 15 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2kBcGSu>.
- MINAGRI (Misterio de Agricultura y Riego); AGRORURAL (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural). 2012. Fertilización con guano de islas. Boletín informativo. Huánuco, Perú. 15 p.
- Morí, BJ. 2017. Comparativo de seis cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la molina (en línea). Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM. Consultado 20 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2kC8qSL>
- Robles V, MJ; Santiago L, CC. 2019. Fuentes orgánicas de nutrición en el rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Jade, en condiciones Edafoclimáticas de Marabamba, Huánuco, 2018 (en

línea). Tesis Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. Consultado 30 oct. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3ulOrG8>

Toledo, J. 2003. Cultivo de la vainita (en línea). Huaraz, Perú. INIA. 78 p. Consultado 13 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2kY0Em3>.

Vela, K. 2010. Caracterización física, química y nutricional de la vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), en diferentes suelos edafoclimáticas, cultivados a campo abierto e invernadero, como un aporte a la norma INEN (en línea). Tesis Ing. Quito, Ecuador, UTE. Consultado 13 set. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2kwjXTu>.

ANEXOS

Anexo 01. Promedios de las observaciones de la altura de planta (cm)

| Bloque | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| I | 39,08 | 33,29 | 28,01 | 18,46 |
| II | 33,08 | 34,25 | 32,98 | 25,13 |
| III | 38,06 | 39,05 | 42,21 | 32,58 |

Anexo 02. Promedio de las observaciones del número de vainas por planta

| Bloque | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| I | 19,00 | 20,67 | 26,23 | 5,67 |
| II | 21,00 | 13,57 | 20,50 | 3,91 |
| III | 20,33 | 20,50 | 18,80 | 15,38 |

Anexo 03. Promedio de las observaciones de la longitud de vainas (cm) por planta

| Bloque | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| I | 18,10 | 16,89 | 16,79 | 13,33 |
| II | 13,20 | 17,73 | 17,55 | 15,89 |
| III | 18,45 | 19,05 | 18,03 | 14,60 |

Anexo 04. Promedio del peso de vainas (g) por planta

| Bloque | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| I | 156,08 | 179,75 | 186,23 | 60,22 |
| II | 158,31 | 91,71 | 142,08 | 36,18 |
| III | 145,78 | 192,3 | 168,73 | 143,63 |

Anexo 05. Resultados de la prueba normalidad de Shapiro-Wilks modificado para las cuatro variables estudiadas

| Variable | n | Media | D.E. | W* | p(Unilateral D) |
|----------------------------------|----|-------|-------|------|-----------------|
| RDUO Altura de planta (cm) | 12 | 0 | 2.86 | 0.93 | 0.5449 |
| RDUO Número de vainas por planta | 12 | 0 | 3.10 | 0.94 | 0.6602 |
| RDUO Longitud de vainas | 12 | 0 | 1.31 | 0.95 | 0.7309 |
| RDUO Peso de vainas por planta | 12 | 0 | 25.17 | 0.89 | 0.2049 |

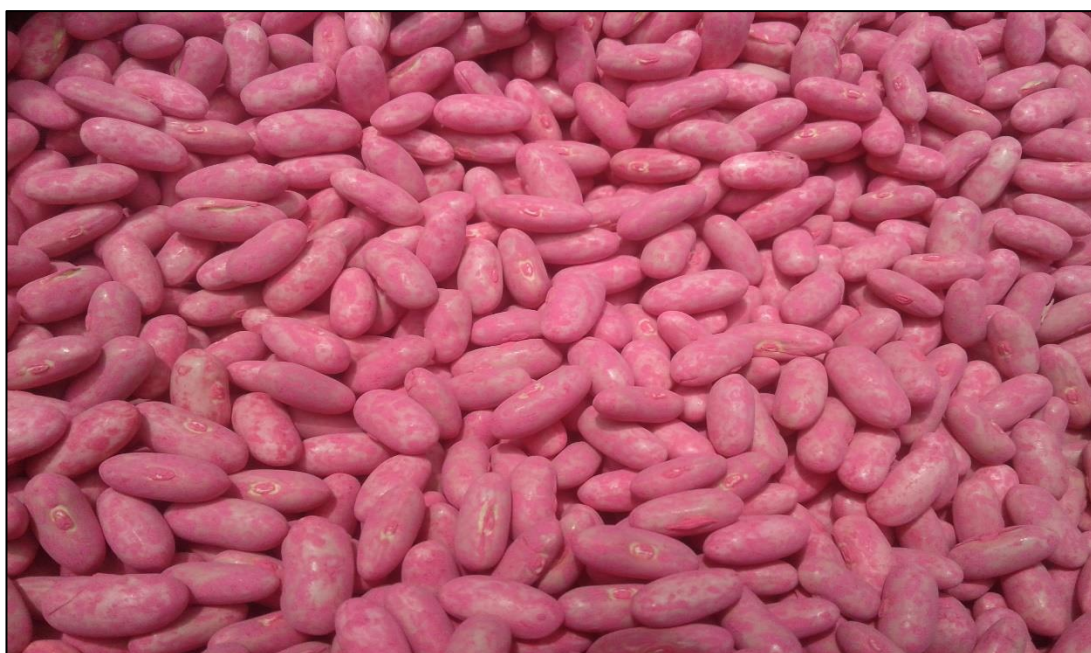
Anexo 06. Panel fotográfico del manejo agronómico del ensayo



Selección y ubicación del terreno.



Preparación y demarcación del terreno.



Semilla de vainita variedad Jade



Surcado y siembra del cultivo de vainita



Abonamiento y aplicación de producto EM



Riegos permanentes por gravedad



Desahije



Primer aporque y deshierbo.



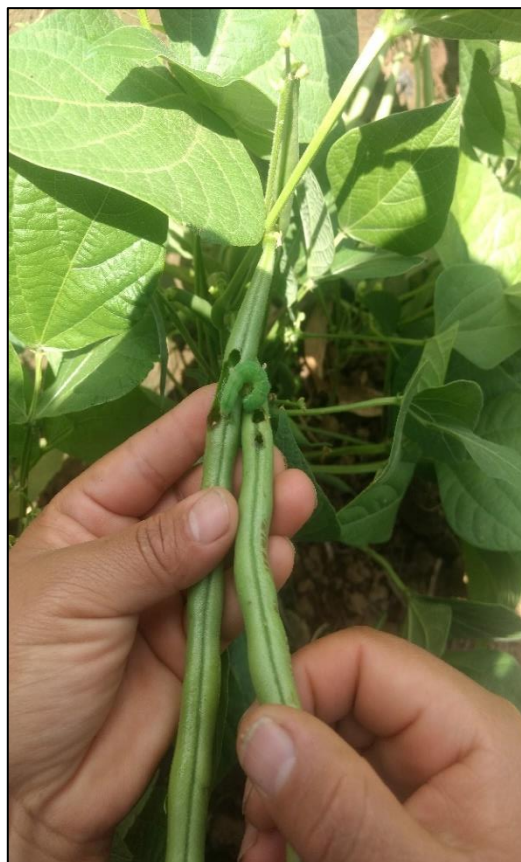
Segundo aporque y deshierbo.



Control fitosanitario.



Riegos en prefloración.



Cosecha

Anexo 07. Panel fotográfico de las evaluaciones de las variables estudiadas



Evaluación de la floración



Evaluación de altura de planta.



Evaluación de peso de vainas por planta.



Evaluación de número de vainas por planta.



Evaluación de longitud de vainas.



Evaluación de peso de vainas.



Evaluación del rendimiento del cultivo de vainita