

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Evaluación agronómica de cuatro variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris*) bajo  
invernadero en Puéllaro-Pichincha**

Luis Amable Ugsha Velasque

**Ingeniería en Agronomía**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero

Agrónomo

Quito, 20 de agosto de 2020

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Evaluación agronómica de cuatro variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris*) bajo  
invernadero en Puellaro-Pichincha**

Luis Amable Ugsha Velasque

**Nombre del profesor, Título académico:** Mario Caviedes, Ph.D.

**Firma del profesor:** \_\_\_\_\_

Quito, 20 de agosto de 2020

## **DERECHOS DE AUTOR**

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

**Firma del estudiante:** \_\_\_\_\_

**Nombres y apellidos:** Luis Amable Ugsha Velasque

**Código:** 00128379

**Cédula de identidad:** 0503384869

**Lugar y fecha:** Quito, 20 de agosto de 2020

## ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017)

## UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017)

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría, en especial a Mario Caviedes por el temple, los conocimientos y la guía que demostró en la ejecución de esta investigación.*

*Antonio León y Carlos Rúaes por el apoyo continuo y los conocimientos impartidos durante mi formación profesional. Finalmente, a Hernán Ramos por haber colaborado en las diferentes etapas del trabajo práctico en campo.*

## DEDICATORIA

*Especialmente a mis padres, Amable y Olga, por haberme formado como la persona que soy actualmente; por su apoyo incondicional en la parte moral y económica, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este. Gracias por inculcarme con valores, principios y perseverancia, de una manera desinteresada y llena de amor. Finalmente, a mi compañera de vida Verónica y a mi hija Nayeli quienes me motivaron a cumplir esta meta en mi vida.*

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la Parroquia de Puellaró, del Cantón Quito-Ecuador, con el propósito de evaluar las características agronómicas de cuatro variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris* L) cosechadas en verde y cultivadas bajo condiciones de invernadero. El diseño experimental utilizado fue un DBCA con 4 tratamientos, 4 bloques y un total de 16 unidades experimentales cada una de 8 m<sup>2</sup>. Los tratamientos (variedades) evaluados fueron: T1 (Fagiolo nano rocquencourt), T2 (Fagiolo nano harvester sel harmony), T3 (Fagiolo nano provider) y T4 (Busa blufi lant). Se ejecutó el análisis de varianza (ADEVA) en cada variable de respuesta así como la aplicación de la prueba de significancia Tukey ( $P \leq 0.05$ ). En este ensayo se evaluó las siguientes variables: el porcentaje de emergencia; número de vainas por planta; rendimiento kg/parcela; peso de vaina (gramos); longitud de vaina (cm); y diámetro de vaina (mm). El tratamiento T1 (Fagiolo nano rocquencourt) tuvo el mayor porcentaje de emergencia con el 90.62%; presentó diferencias estadísticas significativas. El tratamiento que tuvo mayor número de vainas por planta fue T4 (Busa blufi lant) con 42.50. El rendimiento kg/parcela varía de 1.89 a 3.05 kg, donde T2 (Fagiolo nano harvester sel harmony) tuvo el mayor rendimiento con una estimación de 10,166.66 kg/ha en vaina verde. En las variables peso de vaina (gramos) y longitud de vaina (cm) los valores promedios más altos fueron 5.23g para T3 (Fagiolo nano provider) y 15.14 cm para T1 (Fagiolo nano rocquencourt) respectivamente; aunque no se halló diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento T3 (Fagiolo nano provider) presentó el diámetro más amplio con 9.70 mm. Finalmente, se comprobó que las variedades de vainita cultivadas bajo condiciones de invernadero presentaron diferentes comportamientos agronómicos y las variedades con mejores características de rendimiento fueron “Fagiolo nano rocquencourt” y “Fagiolo nano provider”.

**Palabras clave:** agronómicas, cultivo, *Phaseolus vulgaris* rendimiento, vainita, variedades.

## ABSTRACT

The present study was carried out in the Parish of Puellaro, in the Quito-Ecuador Canton, with the purpose of evaluating the agronomic characteristics of four varieties of green bean (*Phaseolus vulgaris* L) harvested green and grown under greenhouse conditions. The experimental design used was a DBCA with 4 treatments, 4 blocks and a total of 16 experimental units each of 8 m<sup>2</sup>. The treatments (varieties) evaluated were: T1 (Fagiolo nano rocquencourt), T2 (Fagiolo nano harvester sel harmony), T3 (Fagiolo nano provider) and T4 (Busa blufi lant). The analysis of variance (ADEVA) was executed in each response variable as well as the application of the Tukey test of significance ( $P \leq 0.05$ ). In this trial, the following variables were evaluated: the percentage of emergence; number of pods per plant; yield kg / plot; sheath weight (grams); sheath length (cm); and sheath diameter (mm). Treatment T1 (Fagiolo nano rocquencourt) had the highest emergency percentage with 90.62%; presented significant statistical differences. The treatment that had the highest number of pods per plant was T4 (Busa blufi lant) with 42.50. The yield kg / plot varies from 1.89 to 3.05 kg, where T2 (Fagiolo nano harvester sel harmony) had the highest yield with an estimate of 10,166.66 kg / ha in green pod. In the variables weight of pod (grams) and length of pod (cm), the highest average values were 5.23g for T3 (Fagiolo nano provider) and 15.14 cm for T1 (Fagiolo nano rocquencourt) respectively; although no statistically significant differences were found. Treatment T3 (Fagiolo nano provider) presented the widest diameter with 9.70 mm. Finally, it was verified that the bean varieties grown under greenhouse conditions showed different agronomic behaviors and the varieties with the best performance characteristics were “Fagiolo nano rocquencourt” and “Fagiolo nano provider”.

**Keywords:** agronomic, cultivation, *Phaseolus vulgaris*, yield, green bean, varieties.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| I. INTRODUCCIÓN                             | 13 |
| 1.1. Antecedentes                           | 13 |
| 1.2. Justificación                          | 15 |
| II. MARCO TEÓRICO                           | 17 |
| 2.1. Generalidades                          | 17 |
| 2.2. Taxonomía                              | 17 |
| 2.3. Descripción botánica                   | 17 |
| 2.4. Valor nutricional                      | 18 |
| 2.5. Semillas                               | 19 |
| 2.6. Criterios para evaluación              | 19 |
| 2.7. Aspectos agro-ecológicos y climáticos  | 20 |
| 2.7.1. Clima                                | 20 |
| 2.7.2. Suelo                                | 21 |
| 2.8. Fertilización                          | 21 |
| 2.9. Plagas y enfermedades                  | 25 |
| 2.9.1. Plagas                               | 26 |
| 2.9.2. Enfermedades                         | 27 |
| III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS                  | 30 |
| 3.1. Objetivos                              | 30 |
| 3.1.1. Objetivo general                     | 30 |
| 3.1.2. Objetivos específicos                | 30 |
| 3.2. Hipótesis                              | 30 |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS                    | 31 |
| 4.1. Materiales                             | 31 |
| 4.2. Equipos                                | 32 |
| 4.3. Métodos                                | 32 |
| 4.3.1. Actividades de la fase experimental. | 32 |
| 4.3.2. Método estadístico                   | 34 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN                   | 37 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
|                                    | 10 |
| 5.1. Resultados                    | 37 |
| 5.1.1. Porcentaje de emergencia    | 37 |
| 5.1.2. Número de vainas por planta | 38 |
| 5.1.3. Rendimiento kg/ parcela     | 39 |
| 5.1.4. Peso de vaina (gramos)      | 41 |
| 5.1.5. Longitud de vaina           | 41 |
| 5.1.6. Diámetro de vaina           | 42 |
| VI. DISCUSIÓN                      | 44 |
| VII. CONCLUSIONES                  | 48 |
| VIII. RECOMENDACIONES              | 49 |
| IX. BIBLIOGRAFÍA                   | 50 |
| X. ANEXOS                          | 59 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla N° 1:</b> Análisis de Varianza .....                                                      | 35 |
| Tabla N° 2: Porcentaje de Emergencia .....                                                         | 37 |
| Tabla N° 3: Análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia .....                   | 37 |
| Tabla N° 4: Pruebas de separación de medias para la variable porcentaje de semillas emergidas..... | 38 |
| Tabla N° 5: Promedio de número de vainas por planta .....                                          | 38 |
| Tabla N° 6: Análisis de varianza para la variable "Número de vainas por planta".....               | 39 |
| Tabla N° 7: Prueba de separación de medias para la variable "Número de vainas por planta" .....    | 39 |
| Tabla N° 8: Rendimiento Kg/parcela.....                                                            | 40 |
| Tabla N° 9: Análisis de varianza para la variable "Rendimiento kg/parcela" .....                   | 40 |
| Tabla N° 10: Prueba de separación de medias para la variable "Rendimiento kg/parcela" .....        | 40 |
| Tabla N° 11: Peso de vaina por variedad .....                                                      | 41 |
| Tabla N° 12: Análisis de varianza para la variable peso de vaina (gramos).....                     | 41 |
| Tabla N° 13: Longitud de vaina por variedad .....                                                  | 42 |
| Tabla N° 14: Análisis de varianza para la variable longitud de vaina (cm) .....                    | 42 |
| Tabla N° 15: Diámetro de vaina por variedad.....                                                   | 43 |
| Tabla N° 16: Análisis de varianza para la variable diámetro de vaina en mm.....                    | 43 |
| Tabla N° 17: Prueba de separación de medias para la variable diámetro de vaina en mm .....         | 43 |

**INDICE DE ANEXOS**

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo N° 1: Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable porcentaje de emergencia .....    | 59 |
| Anexo N° 2: Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable número de vainas por planta ..... | 59 |
| Anexo N° 3: Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable rendimiento kg/parcela .....      | 59 |
| Anexo N° 4: Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable peso de vaina (gramos) .....      | 59 |
| Anexo N° 5: Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable longitud de la vaina (cm) .....   | 60 |
| Anexo N° 6: Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable diámetro de la vaina (mm) .....   | 60 |

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Las leguminosas pertenecen a la familia Fabaceae, son consideradas como el tercer grupo de plantas más numerosas del reino vegetal, por ende, han sido consideradas muy importantes en la alimentación de todo el planeta, están distribuidas a nivel mundial y se considera que su origen data de alrededor de 90 millones de años (FAO, 2016)

Las vainitas son consideradas hortalizas pertenecientes al género *Phaseolus*. El origen de las vainitas es muy cuestionado por diferentes autores, pero la mayoría de los investigadores, consideran como fuente de origen a la región Mesoamericana, debido a ello, se conoce también a este como el centro primario de origen y diversificación de las diferentes especies silvestres y cultivadas. Sin embargo, luego de varios estudios arqueológicos, botánicos, genéticos y bioquímicos se determinó que esta especie se originó por medio de dos procesos de domesticación independientes: el mesoamericano que incluye América Central, México y Colombia mientras que el andino del sur conforma el norte de Argentina, Bolivia y Perú. En conclusión, se cree que el centro de domesticación fue la región centro-occidente de México especialmente Jalisco y Guanajuato, donde se encuentran aproximadamente 70 especies, mientras que, en el valle interandino del sur de Bolivia a más de ser un centro de domesticación también fue de diversificación primaria. Estudios a nivel genético consideran que existe una separación reproductiva parcial entre los genotipos de estos dos lugares de domesticación (FAO, 2018).

Anteriormente el género *Phaseolus* se confundía con los géneros *Vigna* y *Macroptilium*, en la actualidad taxonómicamente la vainita es una especie más del género *Phaseolus*. La denominación completa *Phaseolus vulgaris* L. fue asignado por Linneo en 1753, subfamilia Papilionoideae, familia *Leguminosae*, orden Rosales y varios nombres

comunes por los cuales las personas los identifican, entre estos sobresalen los de alubia, frijol, judía, vainita, habichuela, feijão y poroto (Ulloa y Ulloa, 2011).

Generalmente los agricultores tienen varias dificultades al momento de establecer un cultivo, una de ellas es la falta de desinfección de semillas previo a la siembra, siendo más vulnerable al ataque plagas y enfermedades, esto ocurre especialmente con pequeños productores. Siendo la vainita parte de los cultivos de mayor relevancia en el tema de la alimentación humana, debido a su gran aporte nutricional la dieta diaria. Es esencial mejorar ciertas prácticas durante el establecimiento del cultivo para tener una buena productividad y de esta manera poder cubrir la demanda del producto, que cada vez es mayor. Esto se debe, a que en muchos países en desarrollo presentan problemas nutricionales; por el aumento descontrolado de la población, el cual viene a la par con la necesidad cada vez más de conseguir mayor cantidad de alimentos.

El rendimiento de un cultivo depende especialmente de la germinación de las semillas, y de su calidad, aunque hay excepciones como los factores ambientales. Los productores de vainita tienen varias limitantes, entre esas está la dificultad de acceso a semillas mejoradas (Morros y Pire 2003). Esto se debe a que muchos agricultores utilizan sus propias semillas de cultivos anteriores. Estos materiales de propagación reutilizados no son homogéneos en madurez y a la vez son una mezcla de diferentes variedades, lo cual afecta al rendimiento final. Aunque consideran que económicamente les resulta más conveniente, al no invertir en la adquisición de nuevas semillas, pero no son conscientes que esto les genera otros costos en el control de enfermedades y plagas.

Aunque hay veces que se ven obligados a comprar las semillas, ya sea por la pérdida del cultivo o por que comercializan todo el producto en tierno (Muñoz, 2013). Sin embargo, la gran mayoría lo adquieren en plazas o mercados donde no hay garantías de que sea una excelente semilla. Todo esto se debe a que las semillas importadas tienen un costo elevado, y

por la falta de información por parte de las entidades de control hacia los agricultores, sobre las ventajas del uso de semillas mejoradas.

## **1.2. Justificación**

Considerando que uno de los principales problemas en el cultivo de vainitas es, la reutilización excesiva de las mismas semillas en varios ciclos por razones antes mencionadas. Se ha visto la necesidad de evaluar las características de nuevas variedades mejoradas y sustituir a las cultivadas actualmente, con el fin de crear nuevas estrategias de desarrollo agrícola que garanticen ciertos aspectos sociales, económicos, agrícolas y ambientales. Donde se beneficien agricultores, comercializadores y consumidores.

El cultivo de vainitas se da en gran medida por pequeños productores. El uso de semillas mejoradas sin duda contribuirá al desarrollo de estos grupos. Ya que su uso incrementa el rendimiento por superficie sembrada. Esto a su vez, presenta un incremento en la mano de obra utilizado en la cosecha, en comparación con la producción a base de semilla convencional. Esto se debe a que las áreas sembradas, aunque tengan una gran producción no permite la mecanización por las condiciones y declive del suelo que presentan así como por la falta de uniformidad de las plantas. De esta manera, contribuye a las economías rurales a través del desarrollo sostenible, como el incremento del empleo rural y de la superficie cultivada. Estos desarrollos son ya evidencias de las ventajas que presenta el uso de semillas mejoradas.

El uso de semillas de calidad de vainita maximiza los ingresos en las familias de los agricultores ya sea de manera directa o indirecta. La primera se debe a que los costos de producción disminuyen y a la vez incrementa la productividad. Mientras que, de manera indirecta, al existir mayor oferta en el mercado el producto se hace más accesible porque los

precios disminuyen, pero se incrementa el número de compradores. De esta manera dinamizan más la economía de este sector agrícola.

Por otro lado, al utilizar semilla mejorada, garantiza tener un cultivo con mayor resistencia a plagas y enfermedades. Pues tienen tolerancia a microorganismos y garantiza sistemas de raíz y tallo bien desarrollados que fortalecen las defensas propias de la planta. Además, pueden soportar intensos cambios climáticos como: vientos fuertes, periodos de sequías, exceso de humedad entre otros.

La semilla mejorada al ser resistente a una serie de plagas, enfermedades y a trastornos del ecosistema, crea un medio ambiente amigable para trabajadores, microorganismos y otras especies de su alrededor. Por lo que, el uso de productos químicos es reducido en gran porcentaje evitando la contaminación de fuentes de agua, aire y otros ecosistemas. Así obteniendo productos libres de residuos químicos que mejoran la salud alimentaria y nutricional de los consumidores.

En fin, el uso de semilla mejorada garantiza la seguridad alimentaria, la disminución de la pobreza, y la conservación y protección del ambiente y los recursos naturales.

## II.MARCO TEÓRICO

### 2.1.Generalidades

La vainita es una variante hortícola de “Phaseolus vulgaris” pertenece a la familia “leguminosa”. Existe indicios de que su origen está en Centroamérica entre México y Guatemala; con un importante centro de dispersión en el Perú, Ecuador y Bolivia; donde son consideradas vainitas a las cosechadas en tierno de las variedades cultivadas del frijol en grano. Esta planta es considerada como el más fructífero para la región andina especialmente en la parte alta debido a sus características propias al ser una leguminosa, tiene un alto rendimiento, su ciclo es corto y un precio rentable en el mercado, por todo eso es considerado un cultivo rentable (Padilla, 2013).

### 2.2.Taxonomía

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica de la vainita según Mori (2017):

**Reino:** *Plantae*

**División:** *Magnoliophyta*

**Clase:** *Magnoliopsida*

**Subclase:** *Rosidae*

**Orden:** *Fabales*

**Familia:** *Fabaceae (Leguminosa)*

**Subfamilia:** *Faboideae*

**Tribu:** *Phaseoleae*

**Género:** *Phaseolus*

**Especie:** *Phaseolus Vulgaris*

**Nombre Común:** *Vainita*

### 2.3.Descripción botánica

La planta de vainita es un arbusto bajo y trepador, de crecimiento indefinido. Su raíz está constituida por una principal de donde emergen las secundarias y de esta a su vez las terciarias, finalizando con las cuaternarias, conforme más alejadas de la principal estén más

delgados son, pero de misma importancia para la planta; Asimismo, a la altura media superior de la principal existen “nódulos” que la planta utiliza para realizar la “simbiosis” con el hongo y fijar el nitrógeno atmosférico. El tallo de forma herbácea cilíndrica, por lo general delgada, posee una variedad de longitud y ligeramente angular con numerosos nudos, su pilosidad y color depende de la etapa fenológica en la que se encuentra. Las hojas pueden ser simples también conocidas como primarias, “cordiformes” y las que caen antes que el arbusto complete su desarrollo, se los identifica en los primeros nudos del tallo principal; por otro lado, también hay hojas secundarias o compuestas y están constituidas por “tres folíolos, un peciolo y un raquis” aparecen por encima de las hojas simples en el tallo principal; su color puede ser verde o morada depende de la variedad y condiciones ambientales (Mori, 2017).

Los frutos tienen tamaños diferentes dependiendo a la variedad. Por lo general es largo, delgado de forma cilíndrica o plana, con colores que van desde el “amarillo pálido a café oscuro cuando están secos (...) está formado por dos valvas que tienen un margen dorsal y otro ventral” (Millares, 2016, p.13). Sus flores se forman en racimos terminales o axilares, son de color blanco-rosada o tonalidad morada, es una flor completa y son consideradas “autógama” debido a que su estructura floral impide la polinización cruzada. Por último, generalmente las semillas tienen forma arrionada u oblongada, en cambio el color que los caracteriza son el blanco y negro de ahí los otros son el resultado de la combinación de estos dos. El tamaño está catalogado como mediano o pequeño (Vela, 2010).

#### **2.4. Valor nutricional**

La vainita es un producto en su gran mayoría utilizado para la alimentación humana en varios países al igual que en el Ecuador ya sea éste de manera fresca o seca (FAO, 2018). El consumo de estos se debe a su alto contenido nutricional. Sus granos contienen niveles altos de proteína (25%); vitaminas A, B y C y suministran tiamina y hierro si es consumida fresca y refrigeradas. Esto es esencial para la producción de energía, la función nerviosa y el

metabolismo de carbohidratos. Incluso hay estudios que consideran como un excelente fuente de hidratos de carbono, pigmentos flavonoides con capacidades antioxidantes y fibra alimentaria que ayuda a mantener una buena salud intestinal, de esta manera reduciendo la incidencia de cáncer de colon a tracto digestivo (Cartagena, 2010). Por todas estas razones, el consumo de estos productos ha incrementado pasando de ser un alimento del sector rural a ser un alimento nutracéutico recomendado por las diferentes especialidades de la salud, en diversas partes del mundo (MINAGRI, 2016).

## **2.5.Semillas**

En la vainita, podemos encontrar cultivares o variedades, tradicionales y mejoradas. De estas, lo que los convierte en una clase comercial son las características de color, tamaño y forma de grano. Con el fin de conseguir la uniformidad de estas características fenotípicas, desde hace tiempo atrás los fitomejoradores han venido desarrollando un gran número de variedades. Lo cual ha conseguido satisfacer los gustos y necesidades de los consumidores y también facilitar la comercialización en mercados nacionales e internacionales (Ruiz, 2019).

## **2.6.Criterios para evaluación**

Entre los criterios sobre los cuales se basa para clasificar las numerosas variedades de vainita, en general son:

1. Por el hábito o porte de crecimiento
2. Por el color de la vaina
3. Por el corte transversal de la vaina (forma)

Estos criterios ayudan en la selección de cultivares que se adapten al sitio específico de producción y así cumplir con las exigencias comerciales (Casseres, 1980), a continuación, se muestra los mejores:

1. Tipo según el porte o hábito de la planta:

- a. Arbustivas. - Plantas determinadas, de ciclo corto, erectas y no desarrollan guías.
  - b. Trepadoras. - Desarrollan guías, necesitan soporte.
2. Tipo según el color de la vaina:
- a. Verde. – el más común entre cultivares comerciales. Mayor acogida en la comercialización ya sea como fresco, congelado y enlatado
  - b. Amarillo. - También conocido como “de mantequilla”, son las más difíciles de producir y son de buena calidad y de mayor preferencia en ciertos mercados.
3. Tipo según el corte transversal de la vaina:
- a. Redondo. - La mayoría son aquellos cultivares que no tienen fibra ni hilo.
  - b. Ovalado. - No tienen fibra ni hilo.
  - c. Aplanado. – Presentan fibras visibles al llegar a la madurez.

## **2.7.Aspectos agro-ecológicos y climáticos**

### **2.7.1.Clima**

El cultivo de vainita se desarrolla en climas “templado-cálido”. Para el crecimiento adecuado de esta hortaliza se considera temperaturas óptimas entre 18°C y 24°C, en la etapa de germinación es recomendable un rango de entre 10°C a 12°C, mientras que para la floración es necesario entre 15°C y 18°C, y para la formación de vainas es ideal entre 18°C a 20°C. Los valores próximos a 35°C afecta la floración y no produce ninguna formación de vainas. En zonas tropicales la producción se ve afectada en ciertas temporadas debido a la presencia de enfermedades, plagas, las lluvias constantes que afecta la floración. Otros factores son los vientos secos que causan la caída de las flores o una inadecuada polinización (Carrillo, 2018).

Es una de las especies que es muy vulnerable a heladas, ya que afecta directamente al desarrollo vegetativo y reproductivo por ende la calidad del producto son seriamente afectados por temperaturas menores a 10°C y de la misma manera cuando la temperatura bordea los 35°C. La época de siembra es en otoño, invierno y primavera. (Ugas y otros, 2000).

### **2.7.2.Suelo**

El tipo de suelo apropiado para el cultivo de esta hortaliza es el franco arenoso y el franco arcilloso. Es una planta muy susceptible a la salinidad por lo que su cultivo se ve afectado cuando existe una “conductividad eléctrica superior a 2 dS/m”. El pH óptimo permitido para el cultivo comprende entre 5.5 y 6.7, si es menor al 5.5 el cultivo no progresa por falta de bacterias nitrificantes y si son superiores a 6.7 presentan deficiencias de micronutrientes. Los suelos alcalinos son perjudiciales debido a que las vainas producidas son de baja calidad, son gruesas (Carrillo, 2018).

Se adaptan a diferentes condiciones de suelo, pero los mejores son que se encuentren bien drenados y con buenas propiedades físicas, si son pesados cuyas superficies se endurecen luego del riego y causan fallas en la germinación. Esta hortaliza es medianamente tolerante a la acidez del suelo, de igual forma, las mejores cosechas se consiguen en los suelos alcalinos. Debido a que es “mesofítica”, esta requiere estar en contacto permanente con el agua de buena calidad. La vainita es sensible a toxicidad por exceso de boro, este elemento no puede superar el nivel de 0.5ppm (Toledo, 2003).

### **2.8.Fertilización**

La fertilización tiene como objetivo suministrar a la planta los elementos necesarios para el máximo desarrollo de cada una de sus estructuras, y así alcanzar su máxima

producción (Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón) (ASPRMOR, 2012).

El cultivo de vainita se lo realiza con diferentes sistemas de producción, prácticas de manejo, labranza y fertilización de suelos. Aunque existe poca información sobre la relación entre el crecimiento y absorción de nutrientes. Lo cual es muy importante para una planificación exitosa de prácticas de manejo. Asimismo, la cantidad de nutrientes necesarios para un cultivo, varía de acuerdo al nivel de producción, calidad de suelo y condiciones agroecológicas. El conocer la cantidad de nutrientes que demanda la planta en cada una de las fases de desarrollo, ayuda a programar la fertilización. Sin embargo, con esto solamente se sabe lo que necesita la planta y no la cantidad que debemos aplicar. Ya que esto depende de las condiciones del suelo, como el sistema de irrigación, la estructura y el contenido de macro y micronutrientes, dichas condiciones pueden alterar la eficiencia de absorción de nutrientes por parte de la planta.

La fertilización puede ser mineral a base de compuestos inorgánicos u orgánicos con estiércol de animales y restos vegetales que han pasado por un proceso de transformación. Por otro lado, la aplicación también puede ser directamente al suelo o foliar. Esto depende del propósito del agricultor (ASPRMOR, 2012).

Los macronutrientes que requiere en grandes cantidades el cultivo de vainita son el Nitrógeno (N), Potasio (K) y Calcio (Ca), en cambio el Azufre (S), Magnesio (Mg) y Fósforo (P) en menor cantidad. Lo ideal para determinar la cantidad exacta de nutrientes a aplicar en el cultivo es, saber cuál es la disposición existente en el suelo y esto se lo conoce mediante un análisis químico del suelo (Espinoza, 2018). Ya que la cantidad exacta es muy importante tanto para ahorrar recursos económicos por la adquisición de estos, como para mejorar las funciones fisiológicas puntuales y definidas en las plantas como activadores de reacciones enzimáticas, osmorreguladores y la estructura orgánica (Sumner, 2000).

El nitrógeno se puede encontrar distribuido ampliamente en la naturaleza de forma orgánica e inorgánica. En la atmósfera en estado gaseoso (78%), el resto en el suelo en forma de nitratos, amoniacal y como sustancias orgánicas. Es un elemento con mayor influencia en el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo. Las principales funciones de este elemento son, promover la división celular en los puntos de crecimiento, activar al Fósforo y Potasio para su mejor asimilación. Aparte de la aplicación directamente al suelo y por vía foliar, la vainita al pertenecer al grupo de las leguminosas, presenta la ventaja de absorber el nitrógeno de la atmósfera por medio de sus nódulos formados en la raíz por las bacterias del género *Rhizobium* (Mulas, 2015).

Otro macro elemento de importancia en el cultivo de vainita es el fósforo. Dicho elemento, del total que representa el 0.12% de la corteza terrestre, el 90% están en el suelo como orgánico y mineral, mientras que el 10 % está fuera del suelo. Sin embargo, la cantidad de fósforo en forma asimilable para la planta que se encuentra en el suelo es muy baja, en relación a la cantidad total (Fernández, 2007). Dentro de los orgánicos, donde la fuente son residuos vegetales y animales, los compuestos más comunes son: nucleoproteínas, fosfolípidos y fosfo azúcares. Por otro lado, el fósforo inorgánico de acuerdo a su disponibilidad se clasifica en: Fósforo soluble son las formas que están aprovechable de forma inmediata para la planta, donde su concentración es muy baja que bordea 1ppm en suelos muy ricos y 0.1 ppm en suelos pobres y se encuentran como fosfatos diácidos ( $H_2PO_4$ ) y monoácidos ( $HPO_4$ ); fósforo intercambiable, el cual su disponibilidad es más lenta e insoluble que el anterior, esto depende del nivel de pH, a valores bajos incrementa las cargas positivas de los coloides al igual que la adsorción, que representa entre el 15-30% del total del fósforo inorgánico; por último el fósforo insoluble, es parte de los minerales primarios y secundarios y representa la gran reserva de fósforo inorgánico en el suelo, como producto de la precipitación está el fosfato cálcico en suelos alcalinos y fosfato de hierro en

suelos ácidos, como resultado del fósforo aplicado que va disminuyendo su solubilidad gradualmente conforme pasa el tiempo (Sanzano, 2001). Las funciones principales del fósforo en la planta radican en procesos metabólicos, que incluye a la transferencia de energía, síntesis y degradación de los carbohidratos y la fotosíntesis, forma parte de las moléculas de energía ATP de las células, ayuda a la generación de nuevas células como pasa en el desarrollo de las raíces al inicio del ciclo vegetativo (Fernández, 2007).

El potasio, otro macroelemento que es absorbido en grandes proporciones por la planta después del Nitrógeno y en ocasiones del Calcio. La forma como absorbe la planta es como catión  $K^+$  y directamente desde la superficie del coloide. El grado de meteorización y el material parental son los que determinan la cantidad de este elemento en el suelo. De acuerdo a la estructura del suelo; en las arcillas hay más presencia que en el arenoso (Pellegrini, 2017). Las fuentes de Potasio son: minerales primarios como feldespatos (ortoclasa) y micas (moscovita y biotita) y secundarios la illitas, vermiculitas. Las formas presentes son: rápidamente asimilables que representa del 1 al 2 % de K total; lentamente asimilable, los que se encuentran entre las estructuras hexagonales de las láminas de arcilla, que se libera lentamente de acuerdo a determinadas condiciones y Potasio no asimilable que es parte de las estructuras de los minerales primarios (feldespatos y micas) que representa entre 90-98% del potasio en el suelo. En las plantas el Potasio interviene en: la regulación del potencial osmótico de la célula, enzimas que intervienen en la respiración y fotosíntesis, síntesis y acumulación de hidratos de carbono y proteínas. En ciertos cultivos incrementa en la planta la tolerancia al frío y resistencia a la sequía y enfermedades (Sanzano, 2001).

El Calcio (Ca) en suelos arenosos está presente en concentraciones de 450 ppm mientras que en suelos arcillosos generalmente están sobre los 2500 ppm. Este mineral normalmente se aplica para subir el pH de suelos ácidos. Entre las fuentes de Ca está la anortita, augita y la hornblenda. En cuanto a las funciones básicas en la fisiología de la planta

están: como parte constituyente de las paredes celulares, regulación osmótica, en el suelo como regula los efectos del potasio (Espinoza, 2018).

El Magnesio (Mg), en promedio representa el 2.07% de la corteza terrestre, esto varía de acuerdo al nivel de meteorización que ha sufrido el suelo. Los proveedores de este elemento son: clorita, vermiculita y las formas carbonatadas como la magnesita y la dolomita. En las plantas este elemento es la base central de la molécula de clorofila. Su función en la fisiología de la planta no es muy clara, sin embargo, se conoce que es un intermediario importante para la función de otros elementos (Pellegrini, 2017).

En cuanto al Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Boro (B) también conocido como elementos menores, su presencia se reporta en el análisis de suelo. Estos micronutrientes tienden a ser absorbidos en épocas de cultivo tardías. En cuanto a la aplicación, con excepción del Zinc, se debe realizar aplicaciones foliares a dosis recomendadas en la etiqueta del producto. Mientras que, para el Zinc, se recomienda realizar con productos de un solo elemento a concentraciones que superen el 5% de la dosis recomendada (Hernández, 2009).

La demanda de los principales macro y micronutrientes en ppm/ha/cosecha en el cultivo de vainita según estudios son: 40.5 de N, 3.8 de P, 46.2 de K, 3.8 de Mg, 207 de Ca y 96.15 de S (Pupiales y otros, 2008). Por otro lado, los resultados de los análisis de suelos del lugar donde se realizó el experimento medidos en ppm fueron: 154.5 de N, 45.3 de P, 680 de K, 114 de Mg, 307 de Ca y 55,6 de S (AgrarProjekt, 2019).

## **2.9. Plagas y enfermedades**

La vainita presenta una serie de plagas como: insectos, ácaros y nematodos, también presenta enfermedades fungosas, bacterianas y virosis que producen pérdidas comerciales de consideración en este cultivo. Para su control es necesario el uso de medios culturales,

biológicos y químicos. A continuación, se detalla las plagas y enfermedades más importantes a tener en cuenta en un cultivo de vainita y que la afectan económicamente.

### **2.9.1. Plagas**

#### **Trozadores** (*Agrotys* sp)

Pertenece a la orden lepidóptera, son conocidos también como gusanos cortadores. Estos viven enterrados en el suelo y salen a la superficie solamente para alimentarse durante la oscuridad. Su color es gris oscuro similar al suelo. De los cuatro estadios, el más peligroso es el de larva. El daño se da en las primeras semanas posteriores a la siembra. Este corta el tallo de las plántulas lo que ocasiona el trozamiento del mismo y como resultado es el marchitamiento y muerte repentina de la plántula (Estay, 2018).

#### **Araña Roja** (*Tetranychus Urticae*)

Es la más común en cultivos hortícolas, generalmente se desarrolla en el envés de las hojas y su daño es la decoloraciones y manchas amarillentas; los primeros síntomas se pueden apreciar en el haz de la hoja. El mayor daño es causado por individuos que pertenecen a las etapas de ninfa y adulto, especialmente cuando hay elevadas temperaturas y la baja humedad. También con niveles altos, esta plaga puede producir defoliación de la planta y daños en las vainas (Carrillo,2018).

#### **Mosca Blanca** (*Trialeurodes vaporariorum*)

Forma parte del orden hemíptero. Los adultos se colonizan en las partes jóvenes de la planta, la oviposición se da en el envés de las hojas. Pasan por tres estados ninfales y un estado de pupa antes de llegar a adulto, los daños directos que provocan son el amarillamiento y debilitamiento del arbusto debido a que su gran parte de estadios se alimentan de la savia de las hojas. Por otro lado, de manera indirecta puede proliferar la

negrilla y provocar el manchado y la depreciación de los frutos, así como puede ser un vector de transmisión de virus y dificultando el desarrollo normal de la planta (Carrillo,2018).

**Pulgón** (*Aphis Gossypii*)

Pertenece al orden hemíptero. Es otra de las plagas más comunes y de mayor presencia en los cultivos bajo invernadero. Presentan polimorfismo, hembras ápteras y aladas. Forman bastas colonias y se dividen en focos gracias a la dispersión de las hembras aladas, estas aparecen principalmente en épocas cálidos (Carrillo,2018).

**Trips** (*Frankliniella occidentalis*)

Es del orden Thysanoptera. Se ubican en las estructuras de hojas y frutos, pero especialmente en flores es la parte de la planta donde se encuentra una gran cantidad de población adulta y larval. Los daños directos ocasionados en los órganos se identifican mediante un aspecto “plateado” que con el pasar del tiempo se “necrosan”. En cambio, entre los daños indirectos están la transmisión del virus del bronceado que afecta a los cultivos de pimiento, berenjena, tomate y judía” (Carrillo,2018).

**Minadores de hoja** (*Liriomyza trifolii*)

Es del orden de los dípteros. Las hembras adultas ubican sus huevos en las hojas nuevas, donde se desarrolla una larva que destruye el parénquima ocasionando galerías de diferentes formas. Posterior a la finalización de la etapa larval esta abandona la hoja y migra al suelo en forma de pupa donde cumplirá su ciclo convirtiéndose finalmente en adulto (Carrillo,2018).

## 2.9.2.Enfermedades

**Oídium o ceniza** (*Sphaerotheca fuliginea*)

Afecta tallos, hojas, peciolas e incluso frutos. Se ubica el envés y el haz de las hojas con manchas pulverulentas de color blanco, van cubriendo el aparato vegetativo hasta cubrir

toda la superficie de la hoja. Las partes al ser atacadas vuelven de color amarillento y posteriormente se secan. El medio por el que se transporta es el viento (Carrillo, 2018).

### **Bacteriosis Común** (*Xanthomonas phaseoli*)

Su presencia en etapa inicial son similares a gotas de agua en el envés de las hojas, con el pasar del tiempo estas se van uniendo ocasionando largas lesiones irregulares de color café rojizo rodeadas con bordes amarillentos. El tallo se pudre en el primer nudo y la planta puede quebrarse, las vainas pueden desprenderse y si hay semillas infectadas estas pueden pudrirse. Los cultivares más vulnerables a esta enfermedad son las de temperaturas altas y con altos niveles de humedad. La bacteria que ataca a las semillas puede permanecer dormida hasta la germinación, por lo que, si se siembra una semilla infectada puede afectar todo el campo (Ramos, 2018).

### **Tizón del tallo** (*Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola*)

Se visualizan principalmente en las hojas, sus síntomas primarios son pequeñas manchas húmedas sobre el envés de las hojas. Posteriormente, se forma un “halo” de color amarillo verdoso alrededor de las áreas húmedas presentando una deformación en las hojas. Los pecíolos y ramas infectadas toman una coloración de café rojiza. Esta enfermedad se transmite por semillas y el agua de riego, predominan a cultivares que se encuentran en áreas de media y baja altitud con temperaturas de 16°C a 20°C, húmedos y con condiciones nubladas (Ramos, 2018).

### **Mancha Angular** (*Phaseoriopsis griseola*)

Afecta a toda la estructura aérea de la planta. Los síntomas se notan con más claridad en las últimas días de floración y los primeros días de formación de vainas. Los daños o lesiones causados en la planta tienen forma circular de borde café con centro plateado. El mayor desarrollo se da en cultivares con condiciones húmedas y temperaturas moderadas (Ramos, 2018).

**Antracnosis** (*Colletotrichum lindemuthianum*)

Es considerada como una de las enfermedades más relevantes y comunes en cultivos de esta especie a nivel mundial. Esta se presenta en las venas del envés de las hojas como lesiones que van desde un color café rojizo hasta negro, también pueden infectarse los peciolos, tallos, ramas, vainas y semillas. Temperaturas frescas y regiones con lluvia frecuente, humedad alta, favorece el desarrollo de esta infección. El hongo no se desarrolla por encima de 30°C (Ramos, 2018).

**Ascochyta phaseolorum**

Esta se presenta como manchas alargadas de colores gris a negro en las hojas de la planta, seguidamente alrededor de estas manchas se forman un tipo de anillos concéntricos con picnidios negros. Una vez que el tallo se infecte puede ocasionar la muerte a la planta, lo característico es el oscurecimiento de los nódulos. La infección a las flores ocasiona la pudrición de vainas, infectar a las semillas que posteriormente se pueden transmitir al próximo cultivo. La enfermedad causada por hongos se presenta ampliamente en áreas con condiciones húmedas y frescas (Ramos, 2018).

**Roya** (*Rhizoctonia solani*)

Causa la pudrición en la raíz, afectando directamente su cuello. La presencia de la infección se da mediante la aparición de manchas negras o pardas en el envés y amarillas en el haz de la hoja. Se presenta frecuentemente durante el otoño y puede sobrevivir 60 días en condiciones de campo. Surge en regiones tropicales por su principal característica de temperaturas moderadas y suelo húmedo (Ramos, 2018). Cuando la infección es muy exagerada provoca la “defoliación prematura de la planta” y posiblemente también afecte a los peciolos y las vainas (Toledo, 2003).

### III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 3.1. Objetivos

##### 3.1.1. Objetivo general

Evaluar las características agronómicas de cuatro variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris L*) cultivadas bajo condiciones de invernadero.

##### 3.1.2. Objetivos específicos

- Cuantificar seis características agronómicas de las cuatro variedades de vainita, durante el ciclo productivo.
- Comparar los resultados obtenidos de las variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris L*), utilizando técnicas de selección y clasificación de acuerdo al tamaño de la vaina (longitud y ancho), número y peso por vaina.
- Determinar las diferencias del rendimiento en las variedades y seleccionar las mejores variedades de vainita.

#### 3.2. Hipótesis

Las variedades mejoradas de vainita presentan diferentes respuestas agronómicas en ambientes controlados.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Materiales

Los materiales que se utilizaron en la evaluación de los componentes de rendimiento de la vainita fueron las variedades:

#### **Busa blufi lant**

Esta variedad es precoz, la cosecha comienza a los 55-60 días después de la siembra, cultivados a campo abierto en ambiente cálido. Su cosecha es para mercado fresco. Hábito de crecimiento, baja erecto. Forma de las vainas, redonda y recta de 14 cm de largo y 8mm de grosor. Color de vaina, verde oscuro. Porcentaje de germinación 80%. Resistencia a enfermedades, con sus siglas en inglés, como: Virus del mosaico común de la vainita (BCMV) y Tizón de vaina. (GALASSI-SEMENTI, 2015).

#### **Fagiolo nano provider**

Es una variedad precoz, la cosecha comienza a los 50-55 días después de la siembra, en cultivos a campo abierto en ambiente cálido. Su cosecha es para mercado fresco. Hábito de crecimiento, enano erecto de altura media. Forma de la vaina, achatada y recta de 14 cm de longitud y 10 mm de grosor. Color de vaina, uniforme verde oscuro. Color de la semilla negro violáceo. Porcentaje de germinación 80%. Resistencia a enfermedades, con sus siglas en inglés, como: Virus del mosaico común de la vainita (BCMV), y Virus rizado superior (CTV). (GALASSI-SEMENTI, 2015).

#### **Fagiolo nano rocquencourt**

Esta variedad es semiprecoz, la cosecha comienza a los 50-55 días después de la siembra, en cultivos a campo abierto en ambiente cálido. Su cosecha es para mercado fresco. Hábito de crecimiento, baja erecto de altura media con flores de color lila. Forma de las

vainas, ovalada y recta de 17 cm de largo y 9 mm de grosor. Color de vaina, amarillo dorado. Color de semillas negro. Porcentaje de germinación 80%. (GALASSI-SEMENTI, 2015).

### **Fagiolo nano harvester sel harmony**

Esta variedad es semiprecoz, la cosecha comienza a los 55-60 días después de la siembra, en cultivos a campo abierto en ambiente cálido. Su cosecha es para mercado fresco. Hábito de crecimiento, baja erecto. Forma de las vainas, redonda y recta de 14 cm de largo y 8mm de grosor. Color de vaina, verde oscuro. Color de la semilla blanco. Porcentaje de germinación 80%. Resistencia a enfermedades, con sus siglas en inglés, como: Virus del mosaico común de la vainita (BCMV), Antracnosis y Tizón de vaina. (GALASSI-SEMENTI, 2015)

## **4.2. Equipos**

En el desarrollo del ensayo, la primera fase que fue la preparación del suelo y elaboración de parcelas hasta la cosecha y obtención de datos. Inicialmente, se utilizó un motocultor para la remoción, des-compactación del suelo y la elaboración de parcelas; posteriormente para obtener el peso total e individual de las vainas se usó una balanza electrónica con el propósito de obtener datos más exactos; finalmente para medir el diámetro se utilizó un calibrador pie de rey y una regla para la longitud de la vaina.

## **4.3. Métodos**

### **4.3.1. Actividades de la fase experimental.**

El ensayo de campo se realizó en el sector de Puéllaro, Noreste de Quito-Ecuador, bajo invernadero de estructura mixta, metal y madera y recubrimiento de polietileno, propiedad del Ing. Gabriel Bucheli, Latitud: 0°.00'43.0''; N 78°23'48''O. La zona está rodeada de bosque seco y suelo franco arenoso; la temperatura del sector oscila entre los 16 y

30° C y se encuentra a una altitud de 2060 m.s.n.m. (Google Earth, 2020). Entre las actividades más relevantes que se realizaron durante el desarrollo del ensayo de presenta a continuación.

Lo primero que se realizó fue la selección de la semilla para posteriormente sembrar directamente en las parcelas. Se eligió semillas de variedades precoz y semiprecoz con resistencia a plagas y enfermedades, producto de la empresa italiana GALASSI-SEMENTI.

La preparación del suelo se realizó con la ayuda de un motocultor, el mismo que sirvió para suavizar el suelo, eliminar malezas y para dar forma a las parcelas. En este caso se prepararon 16 parcelas de 4 m de largo y 2 m de ancho, cada una. Para complemento nutricional del suelo se incorporó 200 kg de codornaza, la cual fue incorporada un mes antes de la elaboración de parcelas.

Las aplicaciones para impulsar el desarrollo de raíces, prevención y control de principales plagas y enfermedades se realizaron mediante productos de sello verde que son utilizados en la agricultura orgánica. Para impulsar el desarrollo de la raíz y la absorción de nutrientes se aplicó Robusterra (2g/lt) más Duo-Plus (1.5cc/lt) respectivamente, se aplicó cada 15 días los dos primeros meses. El problema al inicio del cultivo, al momento que las plantas emergieron fue el gusano trozador, para lo cual se aplicó 10 litros de agua mezclado con un producto a base de *Bacillus thuringiensis* (1.5cc/lt) en los cuatro bloques. El *Bacillus thuringiensis* es un bacilo Gram positivo, que mediante las proteínas Cry actúan en contra de insectos plaga, presentando toxicidad en larvas de insectos del orden Lepidóptera (Portela y otros, 2013). Otra de las plagas de importancia que se presentó durante el desarrollo del cultivo fue la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Para el control de este se aplicó 20 litros de agua con Neem-X (2cc/lt) en los cuatro bloques. Las aplicaciones se dieron en el follaje con la utilización de una bomba de mochila de 22 litros, con excepción de la aplicación para el cortador que se dio directamente al suelo.

El área total del experimento fue de 200 m<sup>2</sup>, donde se delimitó cada parcela con un área de 8 m<sup>2</sup>. Estas se delimitaron con piola para tener una mejor referencia entre espacios de siembra. Se realizaron cuatro hileras por parcela a una distancia de 0.50 m y entre sitio con una separación de 0.30 m con un total de 14 sitios por hilera. Seguidamente se realizó la siembra de manera directa, ubicando dos semillas por sitio. Al final el área cosechada por parcela fue de 3 m<sup>2</sup>, para lo cual se eliminó las hileras de los extremos y dos plantas del inicio y final de cada hilera central, para minimizar los efectos de borde.

Después de poco más de dos meses se realizó la cosecha en verde de las vainas, se llevó a cabo en gavetas debidamente etiquetadas con el nombre de la variedad respectiva. Seguidamente, se tomó el peso total de la muestra e individualmente de las vainas de cada variedad con una balanza electrónica, asimismo se midió la longitud y el diámetro de la vaina con una regla y calibrador pie de rey respectivamente.

#### **4.3.2. Método estadístico**

En esta sección, el factor en estudio fue variedades de vainita (*Phaseolus Vulgaris* L). Se realizó con un total de cuatro tratamientos o variedades en estudio (“Fagiolo nano rocquencourt”, “Fagiolo nano harvester sel harmony”, “Fagiolo nano provider” y “Busa blufi lant”). Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

En cada variable de respuesta se realizó el Análisis de Varianza (ADEVA). Este es una técnica de gran utilidad cuando se trata de analizar datos experimentales. Especialmente cuando se presentan más de dos grupos que necesitan ser comparados o cuando existe más de dos mediciones similares. Este consiste en separar la variación general en secciones con las que aporta a cada fuente de variación del ensayo (Dagnino, 2014). Se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) con el propósito de diferenciar las medias entre tratamientos (variedades) y

determinar cuáles fueron las mejores. El esquema de ADEVA que se utilizó se presenta a continuación:

**Tabla N° 1:** Análisis de Varianza

| Fuente de variación (FV) | Grados de libertad (GL) | Sumatoria de cuadrados (SC) | Cuadrados medios (CM) | Fc       | Ft |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------|----|
| Total (T)                | rt-1                    | $\sum Y_{ij}^2 - Fc$        |                       |          |    |
| Bloques (B)              | r-1                     | $(\sum Y_j^2 / t) - Fc$     | SCB/GLB               | CMB/CMEE |    |
| Tratamientos (t)         | t-1                     | $(\sum Y_i^2 / t) - Fc$     | SCt/GLt               | CMt/CMEE |    |
| Error. Exp. (EE)         | (r-1)(t-1)              | SCT-SCB-SCt                 | SC EE/GL EE           |          |    |

Fuente: (Arévalo, 2013)

Las variables a medir fueron las siguientes:

**Porcentaje de emergencia:** después de 21 días de haber realizado la siembra se procedió a contar el número de plantas. Ese mismo día se hizo la resiembra para completar las plantas en los sitios. Los datos que se registraron y utilizados fueron los tomados previo a la resiembra.

**Número de vainas por planta:** este dato se tomó después que todas las variedades presentaron sus vainas bien formadas. El registro de datos se realizó de 24 plantas de los dos surcos centrales por tratamiento y de cada bloque.

**Rendimiento kg/parcela:** para esto se cosechó tres plantas al azar de las dos hileras centrales por tratamiento de cada bloque y se procedió a pesar en la balanza electrónica.

**Peso de vaina (gramos):** para obtener estos datos se tomó al azar 10 vainas de cada tratamiento y por cada bloque, para posteriormente pensar en una balanza electrónica. En el análisis de varianza debido a que el valor de F indico que no hay diferencia significativa, no se procedió a realizar la prueba Tukey.

**Longitud de vaina:** para este caso, una vez cosechado se tomó 10 vainas al azar por cada tratamiento y en cada uno de los bloques, para posteriormente tomar la medida de longitud con una regla. En esta variable también se aceptó la hipótesis nula por ende no se realizó la prueba de separación de medias.

**Diámetro de vaina:** en esta variable se tomó 10 vainas al azar de cada tratamiento y por cada bloque, para posteriormente medir con un calibrador pie de rey y obtener datos exactos.

Después se realizó el análisis estadístico, los valores tomados en cm fueron muy pequeños y entonces se procedió a transformar a mm para que sea más cuantificables.

Finalmente, se obtuvo el promedio de datos para las variables: porcentaje de emergencia, número de vainas por planta, rendimiento kg/parcela, peso de vaina (gramos), longitud y diámetro de vaina, de esta manera se registraron 16 datos por variable.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Resultados

#### 5.1.1. Porcentaje de emergencia

De acuerdo a los datos del experimento las medias obtenidas demuestran que el tratamiento con mayor porcentaje de emergencia fue “Fagiolo nano rocquencourt” con un promedio de 90.62%, en cambio la de menor emergencia fue el tratamiento “Busa blufi lant” con 66.96 %, obteniendo una media general de 76.11 %, y un coeficiente de variación de 9.17% y la desviación estándar de la media ( $S\bar{y}$ ) fue de 2,88(Tabla N° 2).

**Tabla N° 2:** Porcentaje de Emergencia

| Tratamiento<br>(Variedad)             | Emergencia<br>(%) |
|---------------------------------------|-------------------|
| T1 Fagiolo nano rocquencourt          | 90.62             |
| T2 Fagiolo nano harvester sel harmony | 71.43             |
| T3 Fagiolo nano provider              | 75.45             |
| T4 Busa blufi lant                    | 66.96             |
| Media                                 | 76.11             |
| Sy                                    | 2.88              |
| CV                                    | 9.17              |

Fuente: Autor

En la tabla N° 3 de análisis de varianza se puede observar que de acuerdo al valor calculado de  $F= 12.71$  si hay diferencias significativas para tratamientos, por ende, se procedió a realizar la prueba de separación de medias.

**Tabla N° 3:** Análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia

| FV          | GL | SC      | CM     | FC                 | FT   |
|-------------|----|---------|--------|--------------------|------|
| Total       | 15 | 1606,13 |        |                    |      |
| Bloque      | 3  | 40,71   | 13,57  | 0,41 <sup>Ns</sup> | 3.86 |
| Tratamiento | 3  | 1266,51 | 422,17 | 12,71*             | 3.86 |
| Gl error    | 9  | 298,91  | 33,21  |                    |      |

Fuente: Autor

En la variable de porcentaje de semillas emergidas el valor de Tukey fue de 12,74. Mediante la prueba de separación de medias ( $P \leq 0.05$ ) se demuestra que en esta variable existen dos rangos de significación, y el tratamiento con mayor número de semillas emergidas pertenece a la variedad “Fagiolo nano rocquencourt” (a).

**Tabla N° 4:** Pruebas de separación de medias para la variable porcentaje de semillas emergidas

| <b>T4</b><br><b>Var. Busa blufi</b> | <b>T2</b><br><b>Var. harvester sel harmony</b> | <b>T3</b><br><b>Var. provider</b> | <b>T1</b><br><b>Var. rocquencourt</b> |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 66,96                               | 71,43                                          | 75,45                             | 90,62                                 |
| <b>b</b>                            | <b>b</b>                                       | <b>b</b>                          | <b>a</b>                              |
| Valor de referencia Tukey           |                                                |                                   | 12,74                                 |

Fuente: Autor

### 5.1.2. Número de vainas por planta

Las medias obtenidas en este experimento demuestran que la variedad con mayor número de vainas por planta fue “Busa blufi lant” con una media de 42,50 vainas por planta, mientras que la de menor número de vainas por planta fue la variedad “Fagiolo nano rocquencourt” con 23,25, obteniendo una media general de 34.31 vainas por planta y un coeficiente de variación de 13.39%, mientras que la desviación estándar de la media ( $S\bar{y}$ ) fue de 2,30(Tabla N° 5).

**Tabla N° 5:** Promedio de número de vainas por planta

| Tratamiento<br>(Variedad)             | Vainas<br>(Unidad) |
|---------------------------------------|--------------------|
| T1 Fagiolo nano rocquencourt          | 23,25              |
| T2 Fagiolo nano harvester sel harmony | 36,5               |
| T3 Fagiolo nano provider              | 35                 |
| T4 Busa blufi lant                    | 42.50              |
| Media                                 | 34,31              |
| Sy                                    | 2,30               |
| CV                                    | 13.39              |

Fuente: Autor

En la tabla 6 del análisis de varianza se puede observar que, el valor calculado de la prueba  $F= 12.29$  indica que, si hay diferencias significativas para tratamientos, por ende, se procedió a realizar la prueba de separación de medias.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>FC</b>          | <b>FT</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|
| <b>Total</b>       | 15        | 1047,44   |           |                    |           |
| <b>Bloque</b>      | 3         | 78,69     | 26,23     | 1,24 <sup>NS</sup> | 3.86      |
| <b>Tratamiento</b> | 3         | 778,69    | 259,56    | 12,29*             | 3.86      |
| <b>Gl error</b>    | 9         | 190,06    | 21,12     |                    |           |

Fuente: Autor

En la variable número de vainas por planta, el valor de Tukey fue de 10.16. Mediante esta prueba de separación de medias ( $P \leq 0.05$ ) se demuestra que en esta variable existen dos rangos de significación, y el tratamiento con mayor número de vainas por planta pertenece a la variedad "Busa blufi lant" (a).

| <b>T1</b>                 | <b>T3</b>            | <b>T2</b>                         | <b>T4</b>                   |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| <b>Var. rocquencourt</b>  | <b>Var. provider</b> | <b>Var. harvester sel harmony</b> | <b>Var. Busa blufi lant</b> |
| 23,25                     | 35                   | 36.50                             | 42.50                       |
| <b>b</b>                  | <b>a</b>             | <b>a</b>                          | <b>a</b>                    |
| Valor de referencia Tukey |                      |                                   | 10,16                       |

Fuente: Autor

### 5.1.3. Rendimiento kg/ parcela

Las medias obtenidas en este experimento demuestran que la parcela con la variedad "Fagiolo nano harvester sel harmony" presenta mayor peso, con una media de 3.05 kg, mientras que la de menor peso por parcela fue la variedad "Fagiolo nano rocquencourt" con 1.89 kg, obteniendo una media general de 2.67 kg por parcela y un coeficiente de variación de 13.80%, mientras que la desviación estándar de la media ( $S\bar{y}$ ) fue de 0,18 (Tabla N° 8).

**Tabla N° 8:** Rendimiento Kg/parcela

| Tratamiento<br>(Variedad)             | Peso<br>(kg) |
|---------------------------------------|--------------|
| T1 Fagiolo nano rocquencourt          | 1.89         |
| T2 Fagiolo nano harvester sel harmony | 3.05         |
| T3 Fagiolo nano provider              | 2.90         |
| T4 Busa blufi lant                    | 2.83         |
| Media                                 | 2.67         |
| Sy                                    | 0.18         |
| CV                                    | 13.80        |

Fuente: Autor

En la tabla 9 del análisis de varianza se puede observar que, el valor calculado de la prueba  $F= 8.21$  indica que, si hay diferencias significativas para tratamientos, por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de separación de medias.

**Tabla N° 9:** Análisis de varianza para la variable "Rendimiento kg/parcela"

| FV                 | GL | SC   | CM   | FC                 | FT   |
|--------------------|----|------|------|--------------------|------|
| <b>Total</b>       | 15 | 5,45 |      |                    |      |
| <b>Bloque</b>      | 3  | 0,90 | 0,30 | 2,22 <sup>NS</sup> | 3.86 |
| <b>Tratamiento</b> | 3  | 3,33 | 1,11 | 8,21*              | 3.86 |
| <b>Error Exp.</b>  | 9  | 1,22 | 0,14 |                    |      |

Fuente: Autor

En la variable peso total por parcela, el valor de Tukey fue de 0.81. Mediante la prueba de separación de medias ( $P \leq 0.05$ ) se demuestra que en esta variable existen dos rangos de significación, y el tratamiento con mayor peso por parcela pertenece a la variedad "Fagiolo nano harvester sel harmony t" (a).

**Tabla N° 10:** Prueba de separación de medias para la variable "Rendimiento kg/parcela"

| T1<br>Var.<br>Rocquencourt | T4<br>Var. Busa blufi | T3<br>Var.<br>Provider | T2<br>Var. Harvester sel<br>harmony |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1,89                       | 2,83                  | 2,90                   | 3,05                                |
| <b>b</b>                   | <b>a</b>              | <b>a</b>               | <b>a</b>                            |
| Valor de referencia Tukey  |                       |                        | 0,81                                |

Fuente: Autor

#### 5.1.4. Peso de vaina (gramos)

Las medias obtenidas en este experimento demuestran que las vainas de la variedad “Fagiolo nano provider” presentan mayor peso, con una media de 5.23 g cada una, mientras que las vainas con el más bajo peso fue de la variedad “Busa blufi lant” con 4.18 g por vaina, obteniendo una media general de 4.80 g por vaina y un coeficiente de variación de 14.89%, mientras que la desviación estándar de la media ( $S\bar{y}$ ) fue de 0.36.

**Tabla N° 11:** Peso de vaina por variedad

| Tratamiento<br>(Variedad)             | Peso total<br>(g) |
|---------------------------------------|-------------------|
| T1 Fagiolo nano rocquencourt          | 5.08              |
| T2 Fagiolo nano harvester sel harmony | 4.73              |
| T3 Fagiolo nano provider              | 5.23              |
| T4 Busa blufi lant                    | 4.18              |
| Media                                 | 4,80              |
| Sy                                    | 0.36              |
| CV                                    | 14,89             |

Fuente: Autor

En la tabla N° 12 de análisis de varianza se puede observar que, el valor calculado de prueba  $F=1.70$  indica que no hay diferencias significativas, por lo tanto, mediante el análisis comparativo de sus medias el mejor tratamiento fue la variedad “Fagiolo nano provider” con 5.23.

**Tabla N° 12:** Análisis de varianza para la variable peso de vaina (gramos)

| FV                 | GL | SC   | CM   | FT                 | FC   |
|--------------------|----|------|------|--------------------|------|
| <b>TOTAL</b>       | 15 | 7,98 |      |                    |      |
| <b>Bloque</b>      | 3  | 0,77 | 0,26 | 0,50 <sup>NS</sup> | 3.86 |
| <b>Tratamiento</b> | 3  | 2,61 | 0,87 | 1,70 <sup>NS</sup> | 3.86 |
| <b>Error Exp.</b>  | 9  | 4,60 | 0,51 |                    |      |

Fuente: Autor

#### 5.1.5. Longitud de vaina

Las medias obtenidas en este experimento demuestran que las vainas de la variedad “Fagiolo nano rocquencourt” presentan mayor longitud, con una media de 15.14 cm cada una, mientras que las vainas con menor longitud fueron de la variedad “Busa blufi lant” con

14.32 cm, obteniendo una media general de 14.85 cm por vaina y un coeficiente de variación de 5.49%, mientras que la desviación estándar de la media ( $S\bar{y}$ ) fue de 0.41.

**Tabla N° 13:** Longitud de vaina por variedad

| Tratamiento<br>(Variedad)             | Longitud<br>(cm) |
|---------------------------------------|------------------|
| T1 Fagiolo nano rocquencourt          | 15.14            |
| T2 Fagiolo nano harvester sel harmony | 14,95            |
| T3 Fagiolo nano provider              | 14,99            |
| T4 Busa blufi lant                    | 14,32            |
| Media                                 | 14,85            |
| Sy                                    | 0.41             |
| CV                                    | 5.49             |

Fuente: Autor

En la tabla N° 14 del análisis de varianza se puede observar que, el valor calculado de prueba  $F= 0,80$  indica que no hay diferencias significativas, por lo tanto, de acuerdo con el análisis de las medias de los tratamientos la mejor variedad fue “Fagiolo nano rocquencourt” con 15.14 cm.

**Tabla N° 14:** Análisis de varianza para la variable longitud de vaina (cm)

| FV                 | GL | SC   | CM   | FT                 | FC   |
|--------------------|----|------|------|--------------------|------|
| <b>TOTAL</b>       | 15 | 8,84 |      |                    |      |
| <b>Bloque</b>      | 3  | 1,26 | 0,42 | 0,63 <sup>NS</sup> | 3.86 |
| <b>Tratamiento</b> | 3  | 1,59 | 0,53 | 0,80 <sup>NS</sup> | 3.86 |
| <b>Error Exp.</b>  | 9  | 5,98 | 0,66 |                    |      |

Fuente: Autor

### 5.1.6. Diámetro de vaina

Las medias obtenidas en este experimento demuestran que las vainas de la variedad “Fagiolo nano provider” presentan mayor diámetro, con una media de 9.70 mm cada uno, mientras que las vainas con menor diámetro fueron de la variedad “Busa blufi lant” con 8.28mm, obteniendo una media general de 9.05mm por vaina y un coeficiente de variación de 9.17%, mientras que la desviación estándar de la media ( $S\bar{y}$ ) fue de 0.09.

**Tabla N° 15:** Diámetro de vaina por variedad

| Tratamiento<br>(Variedad)             | Diámetro<br>(mm) |
|---------------------------------------|------------------|
| T1 Fagiolo nano rocquencourt          | 9.28             |
| T2 Fagiolo nano harvester sel harmony | 8.95             |
| T3 Fagiolo nano provider              | 9.70             |
| T4 Busa blufi lant                    | 8.28             |
| Media                                 | 9.05             |
| Sy                                    | 0.09             |
| CV                                    | 9.17             |

Fuente: Autor

En la tabla N°16 del análisis de varianza se puede observar que, el valor estadístico de prueba  $F= 4.75$  indica que hay diferencias significativas para tratamientos, por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de separación de media.

**Tabla N° 16:** Análisis de varianza para la variable diámetro de vaina en mm

| FV                 | GL | SC   | CM   | FT                 | FC   |
|--------------------|----|------|------|--------------------|------|
| <b>Total</b>       | 15 | 0,85 |      |                    |      |
| <b>Bloque</b>      | 3  | 0,14 | 0,05 | 1,52 <sup>NS</sup> | 3.86 |
| <b>Tratamiento</b> | 3  | 0,43 | 0,14 | 4,75*              | 3.86 |
| <b>Error Epx.</b>  | 9  | 0,27 | 0,03 |                    |      |

Fuente: Autor

En la variable de diámetro de vaina el valor de Tukey fue de 0.39. Mediante esta prueba de separación de medias ( $P \leq 0.05$ ) se demuestra que en esta variable existen tres rangos de significación, y el tratamiento con mayor diámetro de vaina pertenece a la variedad “Fagiolo nano provider” (a).

**Tabla N° 17:** Prueba de separación de medias para la variable diámetro de vaina en mm

| <b>T4</b><br>Var. Busa<br>blufi | <b>T2</b><br>Var. harvester sel<br>harmony | <b>T1</b><br>Var.<br>rocquencourt | <b>T3</b><br>Var. provider |
|---------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 8.28<br><b>c</b>                | 8.95<br><b>b</b>                           | 9.28<br><b>b</b>                  | 9.70<br><b>a</b>           |
| Valor de referencia Tukey       |                                            |                                   | 0.39                       |

Fuente: Autor

## VI. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, se estimó el comportamiento de cuatro variedades de vainita cultivados en condiciones de invernadero. Estas se evaluaron basándose en seis variables: porcentaje de emergencia, número de vainas por planta, rendimiento kg/ parcela, peso de vaina, longitud de vaina, y diámetro de vaina. Donde se observó diferencias estadísticas significativas, para porcentaje de emergencia, número de vainas por planta, rendimiento kg/parcela, diámetro de vaina (mm); mientras que en las variables peso de vaina (gramos) y longitud de vaina (cm) no se halló diferencias estadísticas significativas mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

Referente al porcentaje de emergencia, se encontro que la variedad que representó el mayor número de plantas emergidas a los 21 días fue la variedad “Fagiolo nano rocquencourt”. En cambio, el tratamiento con menor porcentaje de emergencia fue la variedad “Busa blufi lant”. En general, el promedio de emergencia fue de 76.11%. No obstante, si se basa en el porcentaje de emergencia de la variedad “Fagiolo nano rocquencourt” y cotejando con el de otros estudios, se puede determinar que es una variedad con un buen porcentaje de emergencia, este porcentaje es similar al obtenido por Reyes (2016), el cual bajo condiciones de invernadero obtuvo un promedio del 97.74 % de emergencia.

Con respecto a la variable número de vainas por planta, el factor con mayor incidencia en el rendimiento de la variedad. Se encontró que la variedad “Busa blufi lant” perteneciente al tratamiento T4 fue el que presentó mayor cantidad de número de vainas por planta (42.50), mientras que la variedad “Fagiolo nano rocquencourt” fue la que presentó menor número de vainas por planta (23.25), esto significa que la variedad “Busa blufi lant” presentó un rendimiento del 54.70% más con respecto al rendimiento de la variedad “Fagiolo nano rocquencourt”. En fin, estos resultados obtenidos en el ensayo mostraron una media general

de 34.31 vainas por planta. Basándose en estos resultados, se puede considerar que la variedad “Busa blufi lant” presenta un promedio de vainas por planta adecuado a vez coincidiendo con resultados obtenidos por Padilla (2013), con la variedad “arbustiva de grano blanco” que fue el mejor tratamiento con un promedio de 29.93 vainas por planta y en el mismo estudio el tratamiento con el menor número, fue de 20.20 vainas por planta. Asimismo, en otro estudio donde evaluaron tres niveles de estiércol de ovino en la variedad “Bush blue lake 274” el mejor rendimiento en promedio fue menor con 18.72 vainas por planta (Veder, 2017).

Para el variable peso kg/parcela, donde se pesó las vainas en verde. El tratamiento que obtuvo el mejor peso fue “Fagiolo nano harvester sel harmony”, y la de menor rendimiento fue la variedad “Fagiolo nano rocquencourt”; la de mayor peso, superó en un 61.96 % a la de menor peso. En este ensayo, el área cosechada fue de 3 metros cuadrados; si estimamos el rendimiento por hectárea, obtenemos que la variedad con mejor rendimiento, fue “Fagiolo nano harvester sel harmony” que presentó un rendimiento en vaina verde de 10,166.66 kg/ha; a la vez que el rendimiento con menor valor fue la variedad “Fagiolo nano rocquencourt” con una estimación de 6300 kg/ha en vaina verde. Resultados similares encontró Alférez (2009), en su trabajo de investigación donde al evaluar tres dosis de bioestimulantes Stimplex-G en la variedad “Venus-INIA” obtuvo como mejor rendimiento 11,139.00 kg/hectárea superando a este estudio en 8.72 %. En otro estudio realizado a campo abierto, por Almonte (2017), donde evaluó el efecto en el rendimiento de vainita al abonamiento orgánico en base a sustancia húmicas y compost, obtuvo un rendimiento de 18,25 ton/ha igual a 18250 kg/ha superado en 44.29 % a la mejor variedad de este estudio.

Según el catálogo del SEACE del 2015 en Perú, la calidad de la vainita de acuerdo al peso se clasifica en extra cuando tiene un máximo de 7 gr, aunque no especifica un mínimo por lo cual se asume que incluye todos los valores menores a 7 gr; mientras que la

clasificación en primera y segunda con máximo de 10 gr. Con base en esta información, en el presente estudio los resultados indican que estaría dentro de la calidad extra, ya que el promedio de peso por vaina fue de 4.80 gr. y sin diferencias significativas entre tratamientos. A pesar de ello, la variedad que presentó la vaina con mayor peso fue la “Fagiolo nano provider” con una media de 5.23 gramos en verde, al comparar con la de menor peso por vaina que fue “Busa blufi lant” con 4.18 gr. Se obtuvo un 20.07 % más de peso al comparar la productividad de las dos variedades. El promedio general de peso por vaina en este ensayo fue de 4.80 gramos por lo cual se puede considerar, que está dentro del rango de productos premium, este resultado, difiere al encontrado en otros estudios donde se muestran un promedio general de 10.32 gramos por vaina que significa el 115% mayor al promedio de este estudio, los dos estudios se efectuaron en bajo condiciones de invernadero (Vela,2010). De la misma manera, en otro experimento donde se evaluó aminoácidos como fuentes nutricionales para la planta de vainita a campo abierto, con temperaturas óptimas para el cultivo de vainita 21°C (Bayona,2018), la media general de peso por vaina fue de 9.75 gramos, el cual supera en 103% al rendimiento promedio de este estudio.

Los resultados obtenidos al medir la longitud de vainas cuantificadas en el presente ensayo no presentan diferencias significativas, pero en promedio la variedad “Fagiolo nano rocquencourt” fue la que presentó mayor longitud con 15.14 cm, superando tan solo por 0.82 cm a la variedad “Busa blufi lant” de menor longitud con 14.32 cm. Tales resultados obtenidos difieren de los reportados por Bayona (2018) donde al determinar el efecto de la aplicación de aminoácidos en el rendimiento y calidad de la vainita obtuvieron una longitud de 17.66cm. Caso similar, reporta Vela (2010) quien obtiene una longitud de 19.5 cm por vaina al evaluar el efecto de los diferentes suelos edafoclimáticos en el rendimiento de la vainita cultivada bajo invernadero. Sin embargo, los resultados de este ensayo arrojan un promedio de 14.85 cm en la longitud de vaina lo cual le ubica dentro del rango de vainita de

tipo II o de tamaño mediano, de acuerdo a la clasificación de hortalizas frescas, judías verdes o vainitas que reporta el INEN (2013). Asimismo, dentro de la primera calidad según el parámetro del Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE) en 2015 del Perú.

Con respecto a la variable diámetro de vaina, existe diferencia significativa entre la variedad “Fagiolo nano provider” la cual presenta mayor valor con respecto a las demás variedades, de entre ellas, las de menor diámetro fueron las variedades “Fagiolo nano harvester sel harmony” y “Busa blufi lant”. Esta variable está relacionada con las variables, porcentaje de germinación, rendimiento kg/parcela, peso de vaina (gramos), longitud de vaina y diámetro de vaina, a excepción de la variable número de vainas por planta. Por ende, las dos variedades con mayor medida, en el diámetro de vaina, quedan fuera de toda categorización del INEN (2013), y las variedades con menor medida entran en esta categorización porque están en el rango de  $\leq 6,1 \leq 9$  mm perteneciente al tipo B o tamaño fino. Sin embargo, todas las variedades entran en la clasificación de calidad extra, primera y segunda” según el catálogo del SEACE del Perú que va en un rango de 8 a 10 mm porque el promedio de diámetro de vaina entre todas las variedades evaluadas fue de 9.5 mm. Estos resultados son similares a los obtenidos por Vela (2010) en la que evalúa “la caracterización física, química y nutricionales de la vainita en diferentes suelos edafoclimáticos, cultivados a campo abierto e invernadero”, donde el promedio del diámetro de vaina cultivado bajo invernadero fue de 9.40 mm. Aunque resultados diferentes presentó Pacheco (2016) quien evaluó el rendimiento de cinco variedades de vainita en condiciones del valle de Monterrico en Perú donde el diámetro más alto cuantificado fue 5.20mm.

## VII. CONCLUSIONES

\* Los resultados obtenidos al medir las variables evaluadas en la presente investigación, permitieron comprobar que las variedades de vainita cultivadas bajo condiciones de invernadero presentaron diferente y promisorio comportamiento agronómico.

\* Se verificó que la variable porcentaje de emergencia fue la más importante para determinar un mayor rendimiento en base al peso por vaina; ya que, a mayor cantidad de plantas emergidas, tenemos mayor número de vainas en punto de cosecha.

\* Los resultados en la variable número de vainas por planta fue mayor en 25.68% con la variedad “Busa blufi lant” con respecto a las demás variedades.

\* El mejor rendimiento en la variable kg/parcela de vainita cosechado en verde fue la variedad “Fagiolo nano harvester sel harmony” con un 16.72 % superior, seguido de la variedad “Fagiolo nano provider”, en relación a las demás variedades.

\* Las variedades que mejor se comportaron en cuatro de las seis variables cuantificadas al cultivar bajo condiciones de invernadero fueron “Fagiolo nano rocquencourt” y “Fagiolo nano provider”, ya que estos presentaron mayor número de plantas emergidas, mayor peso, longitud y diámetro por vaina.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar una nueva investigación con un área cultivada con mayor número de plantas, lo cual permitiría mejorar la estimación de la capacidad de rendimiento de las variedades de vainita utilizadas en este estudio.
- Mantener una buena cortina física que permita una mayor separación de los cultivos cercanos con problemas de plagas o enfermedades dentro del invernadero, ya que esto ayudará a prevenir problemas y por ende disminuir costos por adquisición de insecticidas para su prevención y control durante el ciclo del cultivo.
- El sistema de riego debe ser eficiente para que el desarrollo de las plantas sea uniforme y de esta manera permita tener información más confiable del comportamiento de las variedades bajo estudio.
- Implementar estudios complementarios basando en las dos mejores variedades obtenidas en este ensayo aplicando diferentes fuentes de fertilización y altas densidades de siembra, que permita evaluar el efecto de cada uno de estos componentes, con respecto al rendimiento y otras características agronómicas de las variedades.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alfárez, E. (2009). *Efecto de la aplicación del bioestimulantes stimplex-g en el rendimiento de la vainita (phaseolus vulgaris l.) bajo tres densidades de siembra en el sector de la Varada baja*. Recuperado el 05 de agosto de 2020, de <http://redi.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/600/TG0481.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Almonte, E. (2017). *Abonamiento orgánico en base a sustancias húmicas y compost y su efecto en el rendimiento de vainita (Phaseolus vulgaris l.) variedad venus en zonas áridas*. Recuperado el 03 de agosto de 2020, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5684/AGalcaer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arévalo, H. (2013). *Evaluación de cinco variedades de arveja (Pisum sativum) bajo condiciones de invernadero en Tumbaco- Pichincha*. Recuperado el 02 de febrero de 2020, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2419/1/106773.pdf>
- Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón (ASPRMOR). (2012). *Manual de cultivo de frijol caupí*. Recuperado el 24 de marzo de 2020, de [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/CAUPI.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/CAUPI.pdf)
- ASPRMOR. (2012). *Manual de cultivo de frijol de caupí*. Recuperado el 24 de marzo de 2020, de [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/CAUPI.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/CAUPI.pdf)
- Bayona, A. (2018). *Aminoácidos en el rendimiento y calidad de la vainita (Phaseolus vulgaris l.) cv. jade bajo condiciones del valle de Cañete*. Recuperado el 03 de agosto

de 2020, de

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3138/bayona-caceres-andrea-carol.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Carita, L. (2016). *Comportamiento agronómico de la vainita (Phaseolus vulgaris L.) bajo tres abonos orgánicos en ambiente protegido en la zona vino tinto del departamento de la Paz-Bolivia*. Recuperado el 04 de agosto de 2020, de

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10539/T-2355.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cartagena, W. (2010). *Importancia de los cultivos representados por la FENALCE*.

Recuperado el 02 de febrero de 2020, de

[https://www.academia.edu/11576151/IMPORTANCIA\\_DE\\_LOS\\_CULTIVOS\\_REPRESENTADOS\\_POR\\_FENALCE](https://www.academia.edu/11576151/IMPORTANCIA_DE_LOS_CULTIVOS_REPRESENTADOS_POR_FENALCE)

Carrillo, E. (2018). *Efecto de la mezcla de abonos sintéticos y guano de isla en el rendimiento del cultivo de vainita en condiciones del centro ALLPA RUMI de Macará, 2017*. Recuperado el 10 de julio de 2020 de

[http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2514/T033\\_45878995\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2514/T033_45878995_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas*. Recuperado el 10 de julio de 2020 de

[https://books.google.com.ec/books?id=FBuU\\_aL27mMC&pg=PA209&lpg=PA209&dq=catalogo+de+semillas+de+vainita+en+italia&source=bl&ots=\\_g0xtUoqDd&sig=ACfU3U0wMo8JTmaWn5O2pG0TBUa922ExOA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjT3umVi-joAhWuTd8KHj7DicQ6AEwAXoECAwQKw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=FBuU_aL27mMC&pg=PA209&lpg=PA209&dq=catalogo+de+semillas+de+vainita+en+italia&source=bl&ots=_g0xtUoqDd&sig=ACfU3U0wMo8JTmaWn5O2pG0TBUa922ExOA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjT3umVi-joAhWuTd8KHj7DicQ6AEwAXoECAwQKw#v=onepage&q&f=false)

- Dagnino, J. (2014). *Análisis de Varianza*. Recuperado el 15 de Julio de 2020, de <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>.
- Espinoza, L. (s.f.). *Cómo interpretar los resultados de los Análisis de Suelos*. Recuperado el 12 de abril de 2020, de <https://www.uaex.edu/publications/PDF/FSA-2118SP.pdf>
- Estay, P. (2018). *Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, Gusano cortador*. Recuperado el 16 de Julio de 2020, de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/FichasT/NR41204.pdf>
- FAO. (2016). *Legumbres, semillas nutritivas para un futuro sostenible*. Recuperado el 02 de febrero de 2020, de <http://www.fao.org/3/a-i5528s.pdf>
- FAO. (2018). *Nuestras legumbres, pequeñas semillas, grandes soluciones*. Recuperado el 02 de febrero de 2020, de <http://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Fernández, M. (2007). *Fósforo: amigo o enemigo*. Recuperado el 12 de abril de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>
- GALASSI-SEMENTI. (2015). *Seeds Packaging Catalogue*. Recuperado el 13 de abril de 2020, de <http://www.galassisementi.com/wp-content/uploads/2015/10/catalogoFull.pdf>
- Google Earth. (2020). *Puellaro-Quito-Ecuador*. Recuperado el 14 de Julio de 2020, de <https://earth.google.com/web/search/Pu%c3%a9llaro,+Quito,+Ecuador/@0.01206973,-78.39697087,2058.04006036a,519.34065428d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCRqydbgCJENAERqydbgCJEPAGXPSgov9OD7AIS3u6vsoNGLA>
- Gutiérrez, Y. (2016). *Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de vainita (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de la Molina*. Recuperado el 25 de Julio de 2020, de [core.ac.uk/reader/162861594](http://core.ac.uk/reader/162861594)

- Hernández, J. (2009). *Cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris)*. Recuperado el 13 de abril de 2020, de <file:///C:/Users/usuario/Desktop/Vainita/Fertilizacion%20frej.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (septiembre de 2013). *Hortalizas frescas. judías verdes o vainitas. requisitos*. Recuperado el 04 de agosto de 2020, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1758-1R.pdf>
- Mazón, N., Peralta, E., Villacrés, E., Rivera, M., & Subía, C. (2009). *Investigación y desarrollo en granos andinos: chocho y quinua un aporte a la seguridad y soberanía alimentaria de comunidades del cantón Saquisilí, Cotopaxi, Ecuador*. Recuperado el 23 de Julio de 2020, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/307/1/iniapscbd362.pdf>
- Millares, D. (2016). *Evaluación del comportamiento productivo de dos variedades de vainita (Phaseolus vulgaris L.) en tres densidades de siembra en ambiente atemperado en la estación experimental de Cota*. Recuperado el 08 de Julio de 2020, de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10327/T-2312.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINAGRI. (junio de 2016). *Leguminosas de grano ""Semillas nutritivas para un futuro sostenible"*. Recuperado el 02 de febrero de 2019, de <http://minagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- Mori, B. (2017). *Comparativo de seis cultivares de Vainita (Phaseolus vulgaris). Bajo condiciones de La Molina*. Recuperado el 08 de julio de 2020, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3063/F01-M675-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morros, M., y Pire, A. (2003). *Evaluación participativa de materiales promisorios de vainita Phaseolus vulgaris L. en las zonas altas del estado Lara*. Recuperado el 25 de febrero

de 2020 de [ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182003000100003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000100003)

Mulas, D. (2015). *La inoculación con cepas autóctonas de rizobios aumenta los rendimientos de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en el norte de España, aunque su eficiencia se ve afectada por el sistema de labranza*. Recuperado el 13 de abril de 2020, de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13199-015-0359-6>

Muñoz, A. (Julio de 2016). *Año Internacional de las Legumbres*. Recuperado el 02 de febrero de 2020, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2016000300001](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000300001)

Muñoz, S. (2013). *Evaluación agronómica de quince cultivares de arveja (Pisum sativum L.), mediante el apoyo de investigación participativa con enfoque de género en la Estación Experimental del Austro Bullcay*. Recuperado el 15 de febrero de 2020, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4557>

Noboa, A. (2010). *Caracterización, física, química y nutricional de la arveja (pisum sativum l.) cultivada en ecuador, como un aporte y base de estudio para la creación de una norma técnica ecuatoriana (nte 2010) por parte del instituto ecuatoriano de normalización (inen)*. Recuperado el 15 de febrero de 2020, de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4887/1/43333\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4887/1/43333_1.pdf)

Pacheco, J. (2016). *Evaluación de rendimiento de cinco variedades de vainita (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones del valle de Monterrico, Curahuasi, Apurimac*. Recuperado el 03 de agosto de 2020, de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1730>

Padilla, R. (2013). *Evaluación de cuatro fungicidas orgánicos para el control de la roya (Uromyces spp.), en el cultivo de la vainita (Phaseolus vulgaris L.) en el cantón*

- Pimampiro provincia de Imbabura*. Recuperado el 03 de agosto de 2020, de  
[file:///C:/Users/usuario/Downloads/T-UTB-FACIAG-AGR-000083%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/T-UTB-FACIAG-AGR-000083%20(4).pdf)
- Pellegrini, A. (2017). *Potasio, Calcio y Magnesio del suelo*. Recuperado el 12 de abril de 2020, de  
[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35408/mod\\_resource/content/1/14%20-%20CALCIO%2C%20MAGNESIO%20Y%20POTASIO.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35408/mod_resource/content/1/14%20-%20CALCIO%2C%20MAGNESIO%20Y%20POTASIO.pdf)
- Peñaranda, G., y Molina, D. (2011). *La producción de arveja (Pisum sativum) en la vereda monteadentro, provincia de Paplona, norte de Santander*. Recuperado el 15 de febrero de 2020, de  
<file:///C:/Users/usuario/Desktop/Arveja,%20vainita/Produccion%20de%20arveja%20en%20Snagtander.pdf>
- Peralta, E. (Julio de 2013). *Programa nacional de leguminosas y granos andinos estación experimental santa catalina*. Recuperado el 11 de febrero de 2020, de  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/328/4/iniapscbd381.pdf>
- Peralta, E., Mazón, N., Minchala, L., & Guamán, M. (2013). *Fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris l.) y arveja (Pisum sativum l.) en las provincias de Cañar, Azuay y Loja*. Recuperado el 03 de agosto de 2020, de  
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3949/Reyes%20Juarez%20Pao%20Edmundo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, J. (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 Macará, 2017*. Recuperado el 25 de Julio de 2020, de  
[http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2514/T033\\_45878995\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2514/T033_45878995_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Ramos, L. (2018). *Determinación de las principales plagas y enfermedades del cultivo de vainita (Phaseolus vulgaris L.), en el barrio de Santa Rosa, cantón Urcuquí, Provincia de Imbabura*. Recuperado el 14 de julio de 2020 de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4351/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000105.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, P. (2016). *Manejo agronómico de phaseolus vulgaris l. en condiciones de invernadero en Chocope-La Libertad*. Recuperado el 3 de agosto de 2020, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3949/Reyes%20Juarez%20Pablo%20Edmundo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ron, A., y Santalla, M. (2016). *El guisante vaina y el guisante lágrima*. Recuperado el 15 de febrero de 2020, de <file:///C:/Users/usuario/Desktop/Arveja,%20vainita/El%20guisante%20vaina...pdf>
- Ruiz, J. (2019). *Introducción de variedades mejoradas de arveja (Pisum sativum L.) En condiciones del distrito de Huando-Huancavelica*. Recuperado el 10 de febrero de 2020, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5333/T010-46486985-B.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanzano, A. (2001). *El fósforo del suelo*. Recuperado el 12 de abril de 2020, de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/El%20Fosforo%20del%20suelo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/El%20Fosforo%20del%20suelo%20(1).pdf)
- Sanzano, A. (2001). *El potasio del suelo*. Recuperado el 12 de abril de 2020, de <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional/fisiologia-vegetal/apuntes/el-potasio-del-suelo/2564329/view>
- Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado. (2015). *Ficha Técnica aprobada del bien vainita*. Recuperado el 03 de agosto de 2020, de <https://zonasegura.seace.gob.pe/documentos/documentos/FichaSubInv/VAINITA.pdf>.

Sumner, M. (2000). *Diagnóstico de los requerimientos de fertilización de cultivos extensivos*.

Recuperado el 30 de marzo de 2020, de

[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/2549DCC5177210A303257967007E015C/\\$FILE/AA%205.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/2549DCC5177210A303257967007E015C/$FILE/AA%205.pdf)

Toledo, J. (2003). *Cultivo de la Vainita*. Recuperado el 10 de julio de 2020 de

[http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/865/1/Toledo-Cultivo\\_vainita.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/865/1/Toledo-Cultivo_vainita.pdf)

Ugas, R., Siura, S., Delgado, F., Casas, A., Toledo, J. (2000). *Programa de Hortalizas*,

*Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima*. Recuperado el 10 de julio de 2020

de [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/9-p96%20a%20p110%20\(de%20tomate%20a%20zapallo\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/9-p96%20a%20p110%20(de%20tomate%20a%20zapallo).pdf)

Ulloa, J., y Ulloa, P. (2011). *El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como*

*fente de fitoquímicos*. Recuperado el 15 de febrero de 2020, de

<http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>

Veder, M. (2017). *Comportamiento agronómico del cultivo de vainita (phaseolus vulgaris l.)*

*con la aplicación de tres niveles de estiércol de ovino a diferentes densidades de siembra en la provincia Loayza- La Paz*. Recuperado el 03 de agosto de 2020, de

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/13657/T-2452.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Vela, K. (2010). *Caracterización física, química y nutricional de la vainita (Phaseolus*

*vulgaris), en diferentes suelos edafoclimáticos, cultivados a campo abierto e*

*invernadero, como aporte a la norma INEN. "Vainita Requisitos"*. Recuperado el 02

de febrero de 2020, de

<file:///C:/Users/usuario/Desktop/Arveja,%20vainita/Tesis,%20vainita.pdf>

Voysest, O. (1983). *Variedades de frijol en Améric Latin y su origen*. Recuperado el 11 de febrero de 2020, de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/digital/SB327.V67\\_Variedades\\_de\\_fr%C3%ADjol\\_en\\_Am%C3%A9rica\\_Latina\\_y\\_su\\_origen.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/digital/SB327.V67_Variedades_de_fr%C3%ADjol_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_su_origen.pdf)

## X. ANEXOS

**Anexo N° 1:** Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable porcentaje de emergencia

|       |         |   |       |    |
|-------|---------|---|-------|----|
| T1-T4 | 23,66   | > | 11,03 | *  |
| T1-T2 | 19,1925 | > | 11,03 | *  |
| T1-T3 | 15,1725 | > | 11,03 | *  |
| T3-T4 | 8,4875  | < | 11,03 | NS |
| T3-T2 | 4,02    | < | 11,03 | NS |
| T2-T4 | 4,4675  | < | 11,03 | NS |

Fuente: Autor

**Anexo N° 2:** Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable número de vainas por planta

|       |       |   |       |    |
|-------|-------|---|-------|----|
| T4-T1 | 19,25 | > | 10,16 | *  |
| T4-T3 | 7,5   | < | 10,16 | NS |
| T4-T2 | 6     | < | 10,16 | NS |
| T2-T1 | 13,25 | > | 10,16 | *  |
| T2-T3 | 1,5   | < | 10,16 | NS |
| T3-T1 | 11,75 | > | 10,16 | *  |

Fuente: Autor

**Anexo N° 3:** Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable rendimiento kg/parcela

|       |             |   |      |    |
|-------|-------------|---|------|----|
| T2-T1 | 1,16        | > | 0,81 | *  |
| T2-T4 | 0,23        | < | 0,81 | NS |
| T2-T3 | 0,15        | < | 0,81 | NS |
| T3-T1 | 1,01        | > | 0,81 | *  |
| T3-T4 | 0,075       | < | 0,81 | NS |
| T4-T1 | <b>0,94</b> | > | 0,81 | *  |

Fuente: Autor

**Anexo N° 4:** Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable peso de vaina (gramos)

|       |      |   |      |    |
|-------|------|---|------|----|
| T1-T4 | 1,05 | < | 1,58 | NS |
| T1-T2 | 0,5  | < | 1,58 | NS |
| T1-T3 | 0,15 | < | 1,58 | NS |
| T3-T4 | 0,9  | < | 1,58 | NS |
| T3-T2 | 0,35 | < | 1,58 | NS |
| T2-T4 | 0,55 | < | 1,58 | NS |

Fuente: Autor

---

**Anexo N° 5:** Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable longitud de la vaina (cm)

---

|       |      |   |      |    |
|-------|------|---|------|----|
| T1-T4 | 0,83 | < | 1,80 | NS |
| T1-T2 | 0,19 | < | 1,80 | NS |
| T1-T3 | 0,15 | < | 1,80 | NS |
| T3-T4 | 0,67 | < | 1,80 | NS |
| T3-T2 | 0,04 | < | 1,80 | NS |
| T2-T4 | 0,63 | < | 1,80 | NS |

---

Fuente: Autor

---

**Anexo N° 6:** Matriz de diferencias entre todos los posibles pares de la variable diámetro de la vaina (mm)

---

|       |      |   |      |    |
|-------|------|---|------|----|
| T3-T4 | 1,43 | > | 0,39 | *  |
| T3-T2 | 0,75 | > | 0,39 | *  |
| T3-T1 | 0,42 | > | 0,39 | *  |
| T1-T4 | 1,01 | > | 0,39 | *  |
| T1-T2 | 0,33 | < | 0,39 | NS |
| T2-T4 | 0,67 | > | 0,39 | *  |

---

Fuente: Autor