

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

---

**FENOLOGIA, COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y RENDIMIENTO EN VAINA  
VERDE DE CUATRO VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) BAJO  
CONDICIONES AGROCLIMATICAS DE ANDAHUAYLILLAS-QUISPICANCHI-  
CUSCO**

---

**PRESENTADO POR:**

Bach. JHOEL THUPA QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**ASESOR:**

Dr. DOMINGO GUIDO CASTELO HERMOZA

**CUSCO – PERÚ**

2025

## INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: FENOLOGIA, COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y RENDIMIENTO EN VAINA VERDE DE CUATRO VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) BAJO CONDICIONES AGROCLIMATICAS DE ANDAHUAYLILLAS - QUISPICANCHI - CUSCO

Presentado por: ..... DNI N° .....  
presentado por: JHOEL THUPA QUISPE DNI N°: 76147372  
Para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGRONOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ..... veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje     | Evaluación y Acciones                                                                                                                                                                                                                                                         | Marque con una (X) |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Del 1 al 10%   | No se considera plagio.                                                                                                                                                                                                                                                       | <u>X</u>           |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones.                                                                                                                                                                                                                                    |                    |
| Mayor a 31%    | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. |                    |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 22 de JULIO de 2025

Guido Asfeld  
Firma

Post firma DOMINGO - GUIDO CASTELO HERMOZA

Nro. de DNI 23876868

ORCID del Asesor 0000-0003-3572-102X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:475440139

# TESIS JHOEL THUPA QUISPE.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:475440139

Fecha de entrega

22 jul 2025, 8:19 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

22 jul 2025, 8:26 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS JHOEL THUPA QUISPE.pdf

Tamaño de archivo

4.5 MB

148 Páginas

24.852 Palabras

116.608 Caracteres

## 2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet

### Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
1 caracteres sospechosos en N.º de página  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

A mi madre Nora Quispe Condori y mi padre Juan de Dios Thupa Chaiña le dedico con mucho cariño este trabajo de investigación por haber estado siempre en los buenos y malos momentos en la formación de académica que me dieron.

A mis hermanas Naida Thupa Quispe Y Yesica Thupa Quispe, que siempre estuvieron en mi lado, dando buenos consejos para seguir adelante y ser una mejor persona dentro de la sociedad.

A mi hijo Edward Jeyson Thupa Huisa que fue mi principal motivo para seguir adelante, su cariño y amor fue como un impulso para cumplir muchos objetivos que me traze.

## **AGRADECIMIENTO**

Quedo profundamente agradecido con Dios, con mis padres, mis hermanas y mi hijo por ser el motivo para tener una Buena formación profesional y personal dentro de la sociedad.

A mi Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco que fue como mi Segundo hogar donde tuve una formación académica para ser un profesional de calidad.

A los docentes de la universidad, quienes influyeron en la formación profesional que me dieron, en especial a mi asesor ing. Guido Domingo Castelo Hermoza, quien me dio todo su apoyo para culminar este trabajo de investigación. También quiero agradecer al Dr. Dario Condori Quispe quien me apoyo con unas palabras de reflexión para poder lograr este trabajo de investigación.

## ÍNDICE

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA.....                                              | ii   |
| AGRADECIMIENTO.....                                           | iii  |
| ÍNDICE .....                                                  | iv   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                         | viii |
| ÍNDICE DE FIGURA.....                                         | x    |
| INDICE DE FOTOGRAFIAS.....                                    | xii  |
| RESUMEN .....                                                 | xiv  |
| INTRODUCCIÓN .....                                            | 1    |
| I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....                     | 3    |
| 1.1. Identificación del problema objeto de investigación..... | 3    |
| 1.2. Formulación del problema.....                            | 4    |
| 1.2.1. Problema general.....                                  | 4    |
| 1.2.2. Problemas específicos .....                            | 4    |
| II. OBJETIVOS y JUSTIFICACIÓN .....                           | 5    |
| 2.1. Objetivos .....                                          | 5    |
| 2.1.1. Objetivo general.....                                  | 5    |
| 2.1.2. Objetivos específicos .....                            | 5    |
| 2.2. Justificación .....                                      | 6    |
| III. HIPÓTESIS .....                                          | 7    |
| 3.1. Hipótesis general .....                                  | 7    |
| 3.2. Hipótesis específicas .....                              | 7    |
| IV. MARCO TEÓRICO .....                                       | 8    |
| 4.1. Antecedentes .....                                       | 8    |
| 4.2. Fundamentación científica teórica.....                   | 10   |
| 4.2.1. Importancia alimenticia .....                          | 10   |
| 4.3. Características del cultivo .....                        | 11   |
| 4.3.1. Origen.....                                            | 11   |

|        |                                       |    |
|--------|---------------------------------------|----|
| 4.3.2. | Taxonomía.....                        | 12 |
| 4.3.3. | Morfología.....                       | 12 |
| 4.4.   | Requerimiento edafoclimático .....    | 16 |
| 4.4.1. | Altitud.....                          | 16 |
| 4.4.2. | Temperatura .....                     | 17 |
| 4.4.3. | Suelo .....                           | 18 |
| 4.4.4. | Insolación.....                       | 18 |
| 4.4.5. | Precipitación pluvial .....           | 18 |
| 4.4.6. | Humedad .....                         | 19 |
| 4.5.   | Fenología.....                        | 19 |
| 4.5.1. | Observaciones agrometeorológicas..... | 19 |
| 4.5.2. | Fase fenológica .....                 | 20 |
| 4.5.3. | Fases fenológicas de la arveja.....   | 21 |
| 4.6.   | Aspectos agronómicos.....             | 24 |
| 4.6.1. | Preparación del terreno.....          | 24 |
| 4.6.2. | Siembra y densidad .....              | 24 |
| 4.6.3. | Épocas de siembra .....               | 25 |
| 4.6.4. | Fertilización.....                    | 26 |
| 4.6.5. | Labores culturales.....               | 27 |
| 4.6.6. | Cosecha .....                         | 31 |
| 4.7.   | Variedades.....                       | 31 |
| 4.7.1. | Variedad Alderman .....               | 31 |
| 4.7.2. | Variedad Verde .....                  | 32 |
| 4.7.3. | Variedad Q'ompis .....                | 32 |
| 4.7.4. | Variedad Usui .....                   | 33 |
| 4.8.   | Rendimiento.....                      | 33 |
| 4.9.   | Comportamiento agronómico .....       | 35 |
| 4.9.1. | Altura de planta.....                 | 35 |
| 4.9.2. | Número de vainas por planta .....     | 36 |
| 4.9.3. | Longitud de vaina.....                | 36 |

|        |                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------|----|
| 4.9.4. | Número de granos por vaina.....                       | 36 |
| V.     | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....                       | 37 |
| 5.1.   | Tipo de investigación .....                           | 37 |
| 5.2.   | Ubicación espacial .....                              | 37 |
| 5.2.1. | Ubicación del Política.....                           | 37 |
| 5.2.2. | Descripción Geográfica.....                           | 37 |
| 5.2.3. | Ubicación Ecológica.....                              | 38 |
| 5.2.4. | Zona de vida .....                                    | 38 |
| 5.2.5. | Ubicación Hidrográfica .....                          | 39 |
| 5.3.   | Materiales y métodos .....                            | 39 |
| 5.3.1. | Material genético.....                                | 39 |
| 5.3.2. | Historial del campo .....                             | 40 |
| 5.3.3. | Análisis físico y químico del campo experimental..... | 40 |
| 5.3.4. | Características climáticas .....                      | 41 |
| 5.3.5. | Diseño experimental .....                             | 42 |
| 5.3.6. | Factores en estudio e indicadores .....               | 43 |
| 5.3.7. | Tratamientos.....                                     | 44 |
| 5.3.8. | Características de las unidades experimentales .....  | 44 |
| 5.3.9. | Diseño del croquis del experimento .....              | 46 |
| 5.4.   | Conducción del experimento .....                      | 47 |
| 5.5.   | Variables a evaluar .....                             | 51 |
| 5.5.1. | Evaluaciones fenológicas.....                         | 51 |
| 5.5.2. | Evaluaciones agronómicas .....                        | 53 |
| 5.5.3. | Evaluaciones rendimiento .....                        | 54 |
| VI.    | RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                          | 55 |
| 6.1.   | Determinación fenología del cultivo de arveja .....   | 55 |
| 6.1.1. | Emergencia.....                                       | 57 |
| 6.1.2. | Botón floral.....                                     | 59 |
| 6.1.3. | Floración .....                                       | 62 |
| 6.1.4. | Formacion de vaina .....                              | 64 |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 6.1.5. Llenado de vainas.....                       | 67  |
| 6.2. Características agronómicas.....               | 70  |
| 6.2.1. Número de flores por planta.....             | 70  |
| 6.2.2. Altura de planta.....                        | 73  |
| 6.2.3. Número de tallos por planta.....             | 76  |
| 6.2.4. Longitud de vaina (cm).....                  | 78  |
| 6.2.5. Longitud de raíz (cm).....                   | 81  |
| 6.3. Rendimiento.....                               | 84  |
| 6.3.1. Rendimiento en toneladas por hectárea.....   | 84  |
| 6.3.2. Rendimiento en gramos por planta.....        | 87  |
| 6.3.3. Número de vainas por planta.....             | 90  |
| 6.3.4. Numero de granos por vaina.....              | 93  |
| VII. CONCLUSIÓN.....                                | 96  |
| VIII. SUGERENCIAS.....                              | 101 |
| IX. BIBLIOGRAFÍA.....                               | 102 |
| ANEXOS.....                                         | 1   |
| ANEXO 1: Análisis físico químico del suelo.....     | 1   |
| ANEXO 2: Calculo de fertilizantes para arvejas..... | 2   |
| ANEXO 3: Evaluaciones en campo.....                 | 6   |
| ANEXO 4: Datos meteorológicos.....                  | 14  |
| ANEXO 5: Conducción del campo experimental.....     | 18  |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Valor nutritivo de 100 gramos de arveja desenvainadas .....     | 11 |
| Tabla 2 Resultados obtenidos en rendimiento de vaina verde Huaral ..... | 35 |
| Tabla 3 Análisis de propiedades físico-químicas del suelo .....         | 41 |
| Tabla 4 Cantidad de fertilizantes utilizados.....                       | 48 |
| Tabla 5 Malezas en el cultivo de arveja.....                            | 49 |
| Tabla 6 Fases fenológicas del cultivo de arveja.....                    | 55 |
| Tabla 7 Resultados de número de flores por planta .....                 | 70 |
| Tabla 8 ANVA de número de flores por planta.....                        | 71 |
| Tabla 9 Tukey de número de flores por planta.....                       | 71 |
| Tabla 10 Resultado de altura de planta .....                            | 73 |
| Tabla 11 ANVA de altura de planta .....                                 | 73 |
| Tabla 12 Tukey de altura de planta .....                                | 74 |
| Tabla 13 Resultados de número de tallos por planta .....                | 76 |
| Tabla 14 ANVA de número de tallos por planta.....                       | 76 |
| Tabla 15 Tukey de número de tallos por planta .....                     | 77 |
| Tabla 16 Resultados de longitud de vaina (cm) .....                     | 78 |

|          |                                                                 |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 17 | ANVA de longitud de vaina .....                                 | 79 |
| Tabla 18 | Tukey de longitud de vaina .....                                | 79 |
| Tabla 19 | Resultados de longitud de raíz.....                             | 81 |
| Tabla 20 | ANVA para longitud de raíz .....                                | 81 |
| Tabla 21 | Tukey para longitud de raíz .....                               | 82 |
| Tabla 22 | Resultado de rendimiento en toneladas por hectárea .....        | 84 |
| Tabla 23 | ANVA para rendimiento en toneladas por hectárea .....           | 84 |
| Tabla 24 | Tukey para rendimiento de grano en toneladas por hectárea ..... | 85 |
| Tabla 25 | Resultado de rendimiento en gramos por planta.....              | 87 |
| Tabla 26 | ANVA para rendimiento en gramos por planta.....                 | 87 |
| Tabla 27 | Tukey para rendimiento en gramos por planta.....                | 88 |
| Tabla 28 | Resultado de número de vainas por planta.....                   | 90 |
| Tabla 29 | ANVA para número de vaina por planta.....                       | 90 |
| Tabla 30 | Tukey para número de vainas por planta.....                     | 91 |
| Tabla 31 | Resultado de numero de granos por vaina .....                   | 93 |
| Tabla 32 | ANVA para número de granos por vaina .....                      | 93 |
| Tabla 33 | Tukey para número de granos por vaina .....                     | 94 |

## ÍNDICE DE FIGURA

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Ubicación del campo experimental..... | 38 |
| Figura 2 Inicio de emergencia .....            | 59 |
| Figura 3 Plena emergencia .....                | 60 |
| Figura 4 Final de emergencia.....              | 60 |
| Figura 5 Inicio de Boton floral.....           | 61 |
| Figura 6 Pleno boton floral .....              | 62 |
| Figura 7 Final de boton floral.....            | 62 |
| Figura 8 Inicio de floración .....             | 64 |
| Figura 9 Plena floración .....                 | 64 |
| Figura 10 Final de la floración .....          | 65 |
| Figura 11 Inicio de fructificación.....        | 66 |
| Figura 12 Plena fructificación .....           | 67 |
| Figura 13 Final de la fructicación.....        | 67 |
| Figura 14 Inicio de la maduración .....        | 69 |
| Figura 15 Plena maduración .....               | 69 |
| Figura 16 Final de la maduración .....         | 70 |
| Figura 17 Número de flores por planta.....     | 72 |
| Figura 18 Altura de planta .....               | 75 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Figura 19 Número de tallos por planta .....      | 78 |
| Figura 20 Longitud de vaina (cm).....            | 80 |
| Figura 21 Longitud de raíz (cm).....             | 83 |
| Figura 22 Rendimiento en t/ha. ....              | 86 |
| Figura 23 Rendimiento en gramos por planta ..... | 89 |
| Figura 24 Nnumero de vaina por planta. ....      | 92 |
| Figura 25 Número de granos por vaina. ....       | 95 |

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

|                     |                                                           |           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| Fotografia 1        | Surcado del campo experimental .....                      | 18        |
| Fotografia 2        | Trazado del campo experimental .....                      | 18        |
| <i>Fotografia 3</i> | <i>Siembra de semilla en el campo experimental .....</i>  | <i>19</i> |
| Fotografia 4        | Inicio de emergencia de la arveja.....                    | 19        |
| Fotografia 5        | Deshierbe de malezas del cultivo de arveja .....          | 20        |
| Fotografia 6        | Riego de los tratamientos del cultivo de arveja.....      | 20        |
| Fotografia 7        | Aplicación de los fertilizantes .....                     | 21        |
| <i>Fotografia 8</i> | <i>Instalación de tutores en todos tratamientos .....</i> | <i>21</i> |
| Fotografia 9        | Tutores horizontales con rafia .....                      | 22        |
| Fotografia 10       | Aporque del cultivo de arveja .....                       | 22        |
| Fotografia 11       | Evaluación de botón floral .....                          | 23        |
| Fotografia 12       | Evaluación de la floración.....                           | 23        |
| Fotografia 13       | Evaluación de la formación de vainas .....                | 24        |
| Fotografia 14       | Evaluación del llenado de vainas .....                    | 24        |
| Fotografia 15       | Tramientos de arveja afectadas por la granizada .....     | 25        |
| Fotografia 16       | Etiquitado de los tratamientos de arveja.....             | 25        |
| Fotografia 17       | Cosecha de los tratamientos de arveja.....                | 26        |
| Fotografia 18       | Evaluación de la altura de planta.....                    | 26        |
| Fotografia 19       | Evaluación de la longitud de raíz.....                    | 27        |
| Fotografia 20       | Evaluación de número de vainas por planta .....           | 27        |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Fotografia 21 Evaluación de número de granos por vaina..... | 28 |
|-------------------------------------------------------------|----|

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “FENOLOGIA, COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y RENDIMIENTO EN VAINA VERDE DE CUATRO VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) BAJO CONDICIONES DE ANDAHUAYLILLAS – QUISPICANCHI - CUSCO” tiene como objetivo evaluar la fenología, el comportamiento agronómico y el rendimiento en vainas verdes en 4 variedades de arveja en el distrito de Andahuaylillas. Se utilizó DBCA con cuatro bloques, cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Sobre la fenología: la plena emergencia se dio entre los 15 y 16 días; el botón floral se dio a los 61 a 79 días; en la floración a los 70 y 82 días; formación de vainas se dio entre los 74 a 110 días; y finalmente en el llenado de vainas se dio entre 94 y 131 días después de la siembra.

Sobre el comportamiento agronómico: En número de flores por planta, la variedad Usui presento 58.28 flores siendo el más; altura de planta la variedad Usui con 155.03cm fue el que presento mayor tamaño; longitud de vaina la variedad Usui presento vainas más grandes con 8.09cm; longitud de raíz la variedad Q'ompis presento mayor tamaño de raíz con 38.29cm; finalmente número de tallos por planta la variedad verde con 3.85 presento mayor número de tallos en una planta.

Sobre el rendimiento: La variedad Usui con 10.43 t/ha fue el mayor en cuanto al rendimiento. En rendimiento en gramos por planta el mayor fue la variedad Usui con 276.55gr/planta.

**Palabras claves:** Rendimiento, Comportamiento agronomico, Variedad, Fenología.

## INTRODUCCIÓN

Dentro del campo de la agricultura se conocen infinidad de especies cultivadas cuyas características nutricionales son de gran importancia dentro de la alimentación humana y también animal, nos referimos a la familia de las fabáceas representada por especies las habas, los frejoles, el tarwi incluyéndose también a las arvejas cuyas propiedades nutricionales se caracterizan por su elevado contenido de proteínas, vitaminas y minerales. La arveja (*Pisum sativum L.*), es considerada entre las fabáceas de gran importancia alimenticia cuyo contenido en proteína como hortaliza es del (6,3 %), en su estado fresco es rica en tiamina (vitamina B1), esencial para la producción de energía, la función nerviosa y el metabolismo de los carbohidratos a más de que es un grano de buena digestibilidad a diferencia de otras fabáceas como las habas, frejoles y pallares; por lo cual constituye una actividad de gran importancia en la agricultura y economía de las familias campesinas.

Es importante también mencionar que una de las características es su aporte de nitrógeno al suelo a través de la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, en simbiosis con las bacterias nitrificantes del género *Rhizobium* que aportan nitrógeno al suelo.

En la actualidad el cultivo de las arvejas ha mejorado positivamente con la introducción de nuevas variedades cuyas características agronómicas y de rendimiento no han sido evaluadas, las mismas que requieren de trabajos de investigación que den a conocer respecto a su forma de cultivo, su rendimiento.

El presente trabajo de investigación pretende conocer el comportamiento de su fenología, sus características agronómicas y el rendimiento de vainas en verde en

cuatro variedades de arvejas que en la actualidad se cultivan en los valles de Majes Arequipa y también en nuestra región el Cusco en los valles de Urubamba, Huatanay, Quispicancchi y Anta.

## **I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Identificación del problema objeto de investigación**

Según ministerio de agricultura y riego, (2019), menciona que el área sembrada de arveja para grano verde para el año 2017 fue de 33,372 ha, en la región del cusco fue 405 ha, situándose en los últimos lugares de las regiones que producen arveja en el país. El cultivo de las arvejas en la Región del cusco mayormente se trabaja en los valles interandinos y todo lo largo de la cuenca alta del Vilcanota como Quispicanchis, Canchis, donde se cultivan Variedades locales como la Q'ompis, Usui y mejoradas como Alderman y verde, cuyas características agro botánicas no se conocen a más de generar rendimientos de grano por debajo de los 1000 kilos. Uno de los principales problemas en la producción de arveja en vaina verde es los escasos de semillas certificadas de variedades mejoradas con altos rendimientos tanto en verde como en grano seco cuyas características fenológicas, agronómicas y rendimiento de cultivo no se conocen.

Es importante también mencionar que en estos últimos años se están cultivando nuevas variedades de arvejas cuyos rendimientos en vaina verde no se conocen de tal manera que puedan ser evaluados en campos experimentales cuyos resultados puedan ser de beneficio para los cultivadores de esta especie con el objetivo de cubrir la demanda local y también obtener mayor rentabilidad dado que los precios de esta hortaliza van en aumento especialmente en tiempo de escasos

El amplio rango de adaptabilidad que tiene este cultivo para desarrollarse en varias zonas agro climáticas de nuestra región Cusco es necesario conocer el

comportamiento fenológico, agronómico; para mejorar el rendimiento y la calidad del producto para competir de mejor manera en el mercado nacional, así como para la exportación. Los resultados serán transmitidos a los agricultores de tal manera que se incremente la producción, y también para obtener volúmenes que respondan a la demanda regional y nacional que no es cubierta en su totalidad.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo serán las fases de fenología, comportamiento agronómico y rendimiento de vainas en verde de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis bajo condiciones agroclimáticas del distrito de Andahuaylillas –Cusco?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo será el comportamiento fenológico de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis bajo condiciones agroclimáticas de Andahuaylillas?
- ¿Cómo será el comportamiento agronómico de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis, bajo condiciones agroclimáticas de Andahuaylillas?
- ¿Cuánto será el rendimiento de vainas en verde de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis bajo condiciones de Andahuaylillas?

## **II. OBJETIVOS y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1. Objetivos**

#### **2.1.1. Objetivo general**

Evaluar las fases fenológicas, comportamiento agronómico y rendimiento de vainas en verde de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) Alderman, Usui, verde y testigo Q'ompis, bajo condiciones agroclimáticas Andahuaylillas-Cusco, en la campaña agrícola 2023-2024.

#### **2.1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento de las fases fenológicas de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis, bajo condiciones agroclimáticas de Andahuaylillas.
- Evaluar el comportamiento agronómico de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis, bajo condiciones agroclimáticas de Andahuaylillas.
- Evaluar el rendimiento de vainas en verde de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis, bajo condiciones agroclimáticas de Andahuaylillas.

## **2.2. Justificación**

**En lo fenológico:** El presente trabajo de investigación y más concretamente en lo que respecta a la introducción de nuevas variedades de esta especie, permitirá conocer su periodo vegetativo y determinar su precocidad tomando en cuenta las condiciones agroclimáticas del distrito de Andahuaylillas.

**Del comportamiento agronómico:** La realización del presente trabajo de investigación se requiere conocer el comportamiento agronómico de las 4 variedades en estudio en lo que respecta a su crecimiento a la altura de planta, longitud de raíz.

**Del rendimiento en vaina en verde:** El cultivo de arvejas en nuestra región es muy limitado sin embargo en la mayoría de los casos se utilizan variedades locales como la Q'ompis cuyos rendimientos son muy bajos a comparación de otras variedades introducidas.

**En lo económico:** El cultivo de arvejas es de gran interés económico especialmente cuando el producto escasea por lo tanto en nuestra región existen las áreas con clima adecuado para incrementar los rendimientos utilizando variedades rendidoras y de esta manera mejorar los ingresos de los productores.

**En lo social y cultural:** La arveja nos aporta nitrógeno al suelo, lo que permite a los agricultores mejorar la calidad de suelo y de esta manera cuidar el medio ambiente.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

Las fases fenológicas, comportamiento agronómico y rendimiento de vainas en verde de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) Alderman, Usui, verde y testigo Q'ompis serán diferentes, bajo condiciones agroclimáticas de Andahuaylillas –Cusco.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

- En el comportamiento de las fases fenológicas de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis serán diferentes, bajo condiciones agroclimáticas de Andahuaylillas.
- En el comportamiento agronómico de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis serán diferentes, bajo condiciones de Andahuaylillas.
- En el rendimiento de vainas en verde de 4 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) Alderman, Usui, Verde y testigo Q'ompis serán diferentes, bajo condiciones de Andahuaylillas.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes

Huaman (2022) La presente investigación **“Efecto de cinco bioestimulantes foliares en el rendimiento y comportamiento agronómico en arveja verde (*Pisum sativum* L. Var. Quantum) en el centro agronómico K’ayra-san jeronimo-cusco”**, se desarrolló del 01 octubre del 2019 al 20 de febrero del 2020. Cuyo objetivo general es: Evaluar el efecto de cinco bioestimulantes foliares en el rendimiento y comportamiento agronómico en arveja verde (*Pisum sativum* L. Var. Quantum) en el Centro Agronómico K’ayra - San Jerónimo - Cusco. El tipo de investigación fue experimental, el diseño que se utilizó fue Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y tres repeticiones haciendo un total de 18 unidades experimentales; El bioestimulante Atonik obtuvo los mejores resultados respecto al comportamiento agronómico, número de inflorescencias, (13 unid.), número de flores (41 unid), número de vainas (35 unid), longitud de raíz (102.27 mm). El bioestimulante Mixhor – Plus obtuvo mejores resultados en la longitud de vaina (72.73 mm) y granos por vaina (7 unid.). El bioestimulante Cytex obtuvo mejor resultado en el peso fresco de planta (84 g.) y peso seco de planta (18.12 g). Se incrementó rendimiento del cultivo al utilizar los bioestimulantes, sin embargo el que obtuvo el mejor resultado fue Atonik (14.55 t/ha).

Barzola M. & Hermitaño Y. (2018) La presente investigación **“Evaluación de rendimiento de variedades comerciales de grano fresco de arveja (*Pisum sativum* L.), en el Distrito de Paucartambo-Pasco”**, Cuyo objetivo general es:

Determinar cual de las variedades comerciales de arveja presentan, mayor rendimiento de grano fresco bajo condiciones agroclimáticas de Paucartambo. El diseño que se utilizó fue Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones haciendo un total de 24 unidades experimentales; obtuvieron los siguientes resultados: porcentaje de emergencia, sobresalió los tratamientos T5 y T4, variedades Utrillo e Híbrido con 99% y 95%, altura de planta a la floración y fructificación, sobresalieron los tratamientos T6 y T1 variedades Remate y Alderman, con 88 y 94 cm a la floración con 98 y 94 cm a la fructificación; número de vainas por planta sobresalió el tratamiento T5 variedad Utrillo con 44.54 vainas, longitud promedio vainas sobresalió el tratamiento T5 variedad Utrillo con 9.50 cm, ancho promedio de vainas sobresalió el tratamiento T2 variedad Quantum con 1.30 cm, peso de 100 granos verdes por tratamiento, sobresalieron los tratamientos T5 y T2, variedad Utrillo y Quantum con 59 y 56 gramos; peso de vaina por planta sobresalió el tratamiento T5 variedad Utrillo con 0.33 kg; peso de vainas por parcela, sobresalió el tratamiento T5 igualmente sobresalió la variedad Utrillo con 3.30 kg y en rendimiento de vaina fresco sobresalió el tratamiento T5 variedad Utrillo con 10.31 t/ha. Las variedades comerciales de arveja en grano fresco fueron seleccionadas para las condiciones agroecológicas del distrito de Paucartambo fueron Utrillo, Quantum e Híbrido por haber alcanzado los mayores rendimientos.

Arevalo (2020) La presente investigación **“Evaluación de un biofertilizante liquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Quantum)”**, Cuyo objetivo general es: Evaluar un biofertilizante liquido a base

de excretas de cerdo en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Quantum. El diseño que se utilizó fue Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con 4 repeticiones; reporto los siguientes resultados: 70.25 cm en longitud de la planta, 34.74 número de vainas por planta y 175 g peso de las vainas verdes respecto al testigo que tuvo 47.75 cm en longitud de la planta, 15.72 vainas por planta y 83.75 g peso de vainas verdes. El mejor rendimiento alcanzado fue de 11.67 t/ha. Lo que indica que las variables mencionadas fueron afectadas positivamente por la aplicación del biofertilizante antes mencionado.

## **4.2. Fundamentación científica teórica**

### **4.2.1. Importancia alimenticia**

Poehlman y Sleper (2003) Indican que la ciencia ha comprobado que la arveja es uno de los alimentos que mayor cantidad de carbohidratos y proteínas, destacándose como una importante fuente de sacarosa y Aminoácidos, incluyendo lisina. Además, contiene una buena cantidad de vitaminas y nutrientes muy útiles para la salud.

Poehlman y Sleper (2003), en su estado natural, es uno de los vegetales más ricos en tiamina (vitamina B1), la cual es esencial para la producción de energía, además de poseer una importante cantidad de proteínas y carbohidratos, siendo baja en porcentaje de grasas, y además se ser una destacada fuente de fibra y vitaminas A, B y C.

Tabla 1

*Valor nutritivo de 100 gramos de arveja desenvainadas*

| Componentes    | Contenido | Unidad |
|----------------|-----------|--------|
| Energía        | 81        | Kcal   |
| Grasas totales | 0,4       | g      |
| Proteínas      | 5,4       | g      |
| Carbohidratos  | 14,5      | g      |
| Fibra          | 5,1       | g      |
| Vitaminas      |           |        |
| C              | 40,0      | mg     |
| Folato         | 65,0      | mcg    |
| Niacina        | 2,1       | mg     |
| Magnesio       | 33,0      | mg     |
| Potasio        | 244,0     | mg     |
| Hierro         | 1,5       | mg     |
| Calcio         | 56,0      | mg     |
| Zinc           | 1,2       | mg     |

Fuente: *Poehlman y Sleper (2003)*

### **4.3. Características del cultivo**

#### **4.3.1. Origen**

Maroto 1992, citado por Arosi (2020), menciona que el origen de la arveja se encuentra en el medio oriente aproximadamente 10.000 años AC. Fue traído por los romanos y los griegos al continente Europeo del Asiático por el año 500 AC.

Luego este cultivo se expandió en la era cristiana por todo el continente europeo y asiático. Los botánicos en el año 1500 encuentran diferentes especies con diferentes colores y texturas de grano.

Ya en el año 1900 aproximadamente con la tecnología del congelado, se expandió por todo el mundo, incluyendo el Perú.

#### **4.3.2. Taxonomía**

Cronquist (1992) citado por Camarena y Huaranga (2008) menciona que la arveja (*Pisum sativum* L.) tiene la siguiente clasificación taxonómica:

|             |   |                         |
|-------------|---|-------------------------|
| División    | : | Magnoliophyta.          |
| Clase       | : | Magnoliopsida           |
| Sub clase   | : | Rosidae                 |
| Orden       | : | Fabales                 |
| Familia     | : | Fabaceae                |
| Sub familia | : | Faboideae               |
| Tribu       | : | Vicia                   |
| Género      | : | Pisum                   |
| Especie     | : | <i>Pisum sativum</i> L. |

Los nombres comunes de la arveja varían de acuerdo a la localidad: arveja, alverja, alverjita, chícharo, guisante (español).

#### **4.3.3. Morfología**

##### **a) La raíz**

Caicedo y Peralta (1999) mencionan que la raíz es fibrosa profunda con numerosas raicillas laterales, secundarias y terciarias, presenta sobre crecimientos denominados nódulos que contienen bacterias nitrificantes. Sistema radicular en conjunto poco desarrollado, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar hacer bastante profunda, formando un redondo de 50 a 75 cm de diámetro alrededor de la planta.

Maroto (2000) citado por Valdez (2017) asevera que las raíces son poco desarrolladas en conjunto, presenta una raíz de tipo pivotante y raíces secundarias abundantes, que contienen nódulos de bacterias del género *Rhizobium* que fijan el nitrógeno atmosférico.

#### **b) El tallo**

Caicedo y Peralta (1999) dice que la arveja tiene un tallo débil, tubuloso, regular tamaño, por lo que algunas variedades de tamaño considerable necesitan de tutores. El tallo es hueco por su interior, es delgado en la parte del tercio inferior y va engrosando de acuerdo que va creciendo; dependiendo de la precocidad del cultivar, puede emitir entre 6 a 20 nudos vegetativos por planta. Los cultivares precoces presentan 5 a 7 nudos vegetativos, los semi precoces de 8 a 10, los semi tardíos de 11 a 15, y los tardíos 16 o más.

#### **c) La hoja**

De acuerdo con Caicedo y Peralta (1999) las hojas son simples puede confundirse con las hojas cotiledóneas del frijol, sin embargo, por tener la arveja

germinación hipogea sus cotiledones permanecen bajo tierra, en cada uno de los primeros dos nudos, y en forma alterna, se desarrolla una hoja rudimentaria de tipo escamoso, denominada bráctea trífida.

#### **d) Botón floral**

Valdez (2017) afirma que los capullos florales se desarrollan enclaustrados por las hojas superiores, exhibiendo cinco sépalos completamente fusionados que rodean el resto de la flor.

#### **e) La flor**

Caicedo y Peralta (1999) indica que las flores aparecen solitarias o crecen en pares en racimos axilares de las hojas, de color blanco o morado; con 10 estambres, diadelfos (9+1) colocados en dos verticilos. El ovario es unilocular, unicarpelar, alargado y supero.

Maroto (2000) afirma que las flores se encuentran aisladas, de fecundación autógena, regida por un mecanismo de cleistogamia, cuya corola suele ser blanquecina en las variedades de aprovechamiento por sus semillas. Las flores pueden estar en diferentes nudos del tallo según la especie.

#### **f) El Fruto**

Caicedo y Peralta (1999), el producto de la planta se presenta en forma de legumbre, que alberga numerosas semillas exentas de albúmina, con superficies lisas o arrugadas de tonalidades que van desde el blanco y amarillo hasta el verdoso, rojizo

o con vetas marmóreas. La legumbre adopta una estructura lineal y bivalva, con una leve curvatura, mostrando variaciones en grosor y una forma cilíndrica o aplanada, con capacidad para albergar de dos a diez semillas. La superficie de la legumbre puede ser tanto rugosa como lisa, y su coloración abarca desde un verde oscuro y claro hasta tonalidades blanquecinas, verde azulado o grisáceas. Las dimensiones de la legumbre varían, con longitudes que oscilan entre 4 y 12 cm y anchos que van de 1 a 2 cm

Maroto (2000) sostiene que el fruto es una legumbre o vaina de forma y dimensiones variables y de semillas globulosas o cúbicas, lisas o rugosas, pudiendo contener cada vaina entre 4 y 12 semillas. La mayor parte de 14 sus variedades presentan en la cara interna de sus valvas una formación tisular esclerenquimatosa o pergamino que está ausente o aminorada en las variedades tirabeques o cometido.

#### **g) La semilla**

Caicedo y Peralta (1999), las semillas pueden presentar una forma globosa o globosa angular y un diámetro de 3 a 5 mm. La testa es delgada, pudiendo ser incolora, verde, gris, café o violeta y la superficie puede ser lisa o rugosa, lo que determina distintos tamaños de semilla según los cultivares: grano chico (menos de 8mm), grano mediano (8 a 10 mm), grano grande (más de 10 mm).

Maroto, 1990 citado por Anchivilca (2018), la semilla es de forma esférica o angulosa, de diámetro variable, lo que determina distintos tamaños de semilla según los cultivares: grano chico (menos de 8mm), grano mediano (8 a 10 mm), grano grande (más de 10 mm). El peso de 1000 semillas varía entre 150 y 300 gramos. Las semillas

lisas tienen cotiledones con mayor contenido de glucosa y dextrina, sus tegumentos no quedan totalmente adheridos a los cotiledones, los granos rugosos son más dulces y son usados para grano verde.

#### **h) Hábitos de crecimiento**

Caicedo y Peralta (1999), de acuerdo con el hábito de crecimiento, se clasifican en: indeterminadas, cuando los brotes terminales de las plantas finalizan en yemas vegetativas y el porte de la planta es alto y requiere tutorado; y determinadas, cuando las plantas terminan en yemas florales, son bajas y de crecimiento mucho más erecto.

#### **4.4. Requerimiento edafoclimático**

##### **4.4.1. *Altitud***

Camarena y Huaranga (2008), la arveja prospera especialmente en los valles interandinos de la región montañosa, mostrando una preferencia por condiciones ambientales que incluyen climas fríos, aunque se desarrolla de manera óptima en climas frescos. Esta planta tiene una tolerancia limitada a la sequía y es particularmente susceptible al calor. La siembra de la arveja se realiza hasta altitudes de 3.300 metros sobre el nivel del mar.

El INIA (1998) citado por Valdez (2017), afirma que la arveja se desarrolla bien entre los 1700 y 3200 msnm.

Villavicencio (1995) citado por Valdez (2017), la altitud ideal para el cultivo de la arveja abarca desde los 1600 hasta los 3700 metros sobre el nivel del mar.

Olivera (1991) citado por Valdez (2017), indica que la arveja puede producir hasta los 3700 msnm.

#### **4.4.2. Temperatura**

La arveja es un cultivo de clima templado, con temperaturas óptimas entre los 13 a 18 °C, siendo sensible a las heladas durante el desarrollo de las vainas y a temperaturas altas durante la floración.

Ugas et al. (2000) citado por Anchivilca (2018), indicaron que la arveja es un cultivo de clima templado, con temperaturas optimas entre los 13 a 18 °C, siendo sensible a las heladas durante el desarrollo de las vainas y a temperaturas altas durante la floración.

Camarena et al. (2014) citado por Aricochea (2022), En líneas generales, esta especie se cultiva preferentemente en condiciones de baja temperatura, como las que se encuentran en la región montañosa, siendo su cultivo en la costa durante el invierno y en los valles interandinos durante la primavera. Aunque la planta exhibe una buena resistencia al frío y puede germinar a temperaturas de 10°C, las heladas frecuentes o prolongadas pueden ocasionar daños significativos en las plantas jóvenes, flores y frutos en desarrollo, lo que resulta en la producción de granos de menor tamaño. Este fenómeno también afecta la etapa reproductiva del cultivo, disminuyendo su rendimiento.

#### **4.4.3. Suelo**

Camarena (2003) citado por Valdez (2017) indican que la arveja puede adaptarse a una amplia gama de suelos, aunque deben destacarse los más ligeros, incapaces de retener la humedad en exceso, así como evitar los suelos excesivamente compactos que no van a permitir la excesiva aireación.

#### **4.4.4. Insolación**

Para una buena floración se recomienda tener más de nueve horas de luz diario y de intensidad suficiente. Las variedades de enrame requieren más horas luz que las variedades de medio enrame.

Camarena (1990) citado por Valdez (2017), muestra que la luz es importante para una buena floración tanto la longitud del día como la intensidad de luz.

#### **4.4.5. Precipitación pluvial**

Camarena y Huaranga (2008), Afirma que la arveja necesita una precipitación pluvial uniforme con valores entre los 800 y 1000 mm por campaña. En suelos profundos y con buena retención de humedad, cuya precipitación anual llegue a los 400 mm, el cultivo se adapta bien. En suelos con baja precipitación pluvial el cultivo se puede manejar bajo riego. Si este factor es limitante en los estados posteriores al establecimiento y antes de la etapa reproductiva la arquitectura de la planta 7 puede ser modificada, lo cual afectara la formación de vainas y producción de grano.

#### **4.4.6. Humedad**

Mateo (1961) citado por Valdez (2017), señala que la arveja requiere un periodo de lluvias uniformemente distribuido, preferiblemente entre los 800 y 1000 mm/año, aunque la arveja crece bien en Ayacucho en zonas en las que las lluvias son de 650 mm al año, siempre que los suelos sean profundos y retengan la humedad.

#### **4.5. Fenología**

MINAGRI (2010), indica que la fenología es el estudio de los eventos naturales que están involucrados en vida de las plantas, además de ser fenómenos biológicos que se acomodan a cierta fase como la brotación, maduración de los frutos y otros.

##### **4.5.1. Observaciones agrometeorológicas**

SENAMHI (2011) estas observaciones nos permiten evaluar la interacción del cultivo con su medio ambiente físico, que nos permiten conocer las condiciones climáticas los requerimientos hídricos necesarios. Tenemos dos tipos de observaciones agrometeorológicas: las biológicas y las del medio ambiente.

##### **Observaciones biológicas**

- Observaciones de manifestaciones naturales en el cultivo.
- Observaciones fenológicas en el cultivo
- Observaciones fenométricas (cambios en la biomasa)
- Observaciones de daños en el cultivo, por elementos adversos

##### **Observaciones del medio ambiente físico**

- Observaciones de elementos meteorológicos
- Observación de evapotranspiración potencial
- Observación de temperatura y humedad del suelo.

#### **4.5.2. Fase fenológica**

Ladrón de Guevara (2005) indica que una fase fenológica se da en función a los cambios morfológicos de la planta y la influencia ambiental, entre estos tenemos a la presencia (transformación) o desaparición rápida de los órganos vegetales, este proceso de aparición se atribuye a características intrínsecas de la especie y condiciones ambientales del clima o el tiempo. Se considera como un aspecto tipo fisiológico, transformación de los órganos de la planta de manera progresiva.

MINAGRI (2010) indica que la fase se da con la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales. Como la emergencia de plantas, la brotación, la floración son fases fenológicas.

INIA (2008) indica que el ciclo o fisiología vegetal de las arvejas pasa por dos fases principales:

- Fase vegetativa, que comprende la germinación de la semilla y el desarrollo de las partes vegetativas de la planta, es decir, que dentro de esta fase se observa los estados fenológicos siguientes: germinación, emergencia de la plántula y el crecimiento de la planta hasta inicios de la floración.

- Fase reproductiva, que empieza con la formación de los gametos, la floración, la polinización, la fecundación, formación y llenado de vainas y finalmente hasta llegar a la cosecha.

#### **4.5.3. Fases fenológicas de la arveja**

- **Emergencia de plántulas**

La emergencia es cuando la plántula sale del suelo y se extiende las dos hojas cotiledónales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hilera nítida, esto ocurre a los 7 a 10 días de la siembra, la raíz empieza a desarrollarse por la cual la plántula inicia a abastecerse de agua y nutrientes del suelo, se inicia el proceso de fotosíntesis.

- **Botón floral**

Valdez (2017), los capullos florales se desarrollan enclaustrados por las hojas superiores, exhibiendo cinco sépalos completamente fusionados que rodean el resto de la flor.

- **Floración**

Faiguenbaum (1993) señala que los botones florales, al formarse, crecen encerrados por las hojas superiores, presentando cinco sépalos totalmente unidos que encierran el resto de la flor. Después de algunos días, los botones asoman por entre las hojas aún no desplegadas que los circundan, produciéndose la fase de fecundación poco antes de que ocurra la apertura de las flores. El proceso descrito se va produciendo secuencialmente desde el primer hasta el último nudo reproductivo que

expresa la planta en su tallo principal. El estado de plena floración podría definirse como aquel en que aproximadamente un tercio de los nudos reproductivos presenta sus flores abiertas.

La floración se da cuando los órganos reproductores, han concluido con la formación de los gametos correspondientes: El pistilo tiene desarrollado y maduro el número de óvulos listos a fecundarse, el terciopelo del estigma está segregando hormonas y enzimas que harán germinar los granos de polen. Las anteras tienen desarrollados y maduros los granos de polen. Son plantas autógamas, por lo tanto, los óvulos de la misma flor maduran sus gametos al mismo tiempo o en forma paralela.

- **Formación de vainas**

De acuerdo con Puga (1992), afirma que la formación y desarrollo de los frutos se inicia a los 8 a 10 días de aparecidas las flores.

Villareal (2006) menciona que una vez que ocurre el proceso de fecundación, los pétalos se vuelven al ovario fecundado, a continuación, se marchita y se desprende, dejando en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice. Por otra parte, los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero prontamente se secan y caen. Este hecho netamente morfológico comienza a los 125 días de la siembra y tiene una duración de 25 días aproximadamente.

- **Llenado de granos**

El llenado de grano se inicia cuando las vainas han alcanzado máximo peso y tamaño. Los granos presentan un color verde y alcanzan su peso máximo a los 30 a 35 días después de la floración.

Al final de la etapa la testa del grano va adquiriendo el color característico de la variedad. La pigmentación se inicia alrededor del hilio y luego se extiende por toda la testa. En algunos genotipos las vainas también empiezan a pigmentarse.

Faiguenbaum (1993) manifiesta que la división celular en los granos comienza poco antes que las vainas alcancen su longitud máxima, existiendo un traslape entre la fase de término del crecimiento de las vainas y la etapa inicial del crecimiento de los granos. Los granos, que durante los primeros días crecen muy lentamente, entran muy pronto en una fase de rápido crecimiento, el cual se manifiesta mediante un abultamiento de las vainas; éste se va haciendo cada vez mayor, producto del crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde.

La madurez para consumo en verde se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72 a 74%. El tamaño promedio de los granos al obtener dicho estado de madurez es básicamente dependiente de los cultivares. Así, por una parte, existen cultivares que producen arveja extra fina o "petit pois", cuyos granos se caracterizan por tener un diámetro promedio inferior a 7.1 mm.

## **4.6. Aspectos agronómicos**

### **4.6.1. Preparación del terreno**

Camarena (2003) menciona que la preparación del suelo debe incluir una arada, una rastrada y la correspondiente surcada además recomienda cultivar arveja después de una siembra de cereales (maíz, trigo, cebada, avena, quinua, etc.) para evitar pudriciones de la raíz causadas por hongos del suelo.

Camarena (2003) afirma que para realizar una buena siembra y obtener una buena cosecha la tierra debe estar bien mullida y nivelada para asegurar una buena germinación de la semilla y un ambiente adecuado para que se desarrollen las plantas en forma óptima; como actividades preliminares se debe limpiar el campo y se debe incorporar estiércol, lo recomendable es 10 toneladas por hectáreas, pero cantidades menores de 2 a 5 toneladas tienen un efecto beneficioso ya que puede mejorar la estructura del suelo.

### **4.6.2. Siembra y densidad**

Camarena (2003) menciona que debe de realizar la siembra en surcos y por golpes, si son terrenos con pendientes hacer surcos y depositar la semilla al fondo del surco; en terrenos planos y secos se deposita la semilla en la costilla del surco o en el lomo del surco y si es un suelo retentivo de humedad para evitar pudriciones radiculares es necesario colocar las semillas a distancias y profundidades uniformes bajo estas modalidades las plantas disponen de un área sin la competencia de otras

plantas para su normal crecimiento y desarrollo; con germinación uniforme y la cantidad de semilla a utilizar es menor.

Manual Agropecuario (2002) menciona la densidad de siembra se hace de manera directa, colocando de 2 a 4 semillas cada 20 a 30 cm, en hoyos de 4 a 5 cm de profundidad, en surcos separados 60 a 80 cm, con 120 a 180 kg/ha de semilla para las variedades enanas y con 120 a 140 kg/ha para las variedades decumbentes

Maroto (2000) afirma que la arveja para consumo en fresco, si la variedad es de enrame o semienrame, la siembra suele efectuarse en surcos separados 1 a 1.20 m, o bien en líneas pareadas distantes entre sí unos 80 cm, dejando entre ellas 1.20 m de pasillo. La siembra puede realizarse a “chorrillo” o a “golpes”, siendo este último el procedimiento más usual en el cultivo Hortícola intensivo, dejando entre golpes una distancia de unos 50 cm. Como cifras medias pueden gastarse 60 a 100 kg. ha<sup>-1</sup> de semillas.

#### **4.6.3. Épocas de siembra**

Quispe (2010) afirma que la arveja es un cultivo de invierno-primavera. Según las regiones, pueden sembrarse en otoño, prolongándose su ciclo hasta finales de primavera; y también puede sembrarse en enero-febrero, llegando su ciclo hasta el comienzo del verano. Dado que es especie que tolera bien las bajas temperaturas invernales, incluyendo las heladas, puede adaptarse el ciclo de cultivo a los requerimientos de cada zona.

Si el sistema de siembra es al voleo o en surcos, se recomienda realizar la siembra en el primer semestre agrícola del año (desde febrero hasta mediados de abril), porque se tiene la oportunidad de hacer la cosecha de vaina verde o de grano en épocas de verano.

No obstante, las siembras efectuadas en el segundo semestre agrícola (desde septiembre), son viables, porque permiten realizar un efectivo control de malezas. Además, se puede obtener un producto de buena calidad en épocas de poca oferta, lo cual es favorable para el agricultor, quien alcanza buenos precios en el mercado.

#### **4.6.4. Fertilización**

INIA (2008) señala que la fertilización es una técnica que tiene como finalidad aumentar la fertilidad y depende de las características del suelo, clima y tipo de cultivo. Recomienda que la mejor fórmula de abonamiento para la obtención de un rendimiento en arveja sea de 125-60-40 kg ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.

Caritas del Perú (2003) afirma que la planta de arveja requiere de varios elementos para crecer y desarrollarse adecuadamente.

- Macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio → Nutrientes secundarios: calcio, magnesio y azufre
- Micronutrientes: zinc, boro, molibdeno, hierro y cobre Se debe realizar previamente el análisis del suelo para determinar el requerimiento de fertilizantes. Las variedades mejoradas responden mejor a una mayor cantidad

de fertilizantes que las variedades criollas, los cultivos de riego requieren más fertilizantes que los de temporal.

En el caso de la arveja, para lograr una producción de 4 a 5 toneladas de vainas verdes por hectárea, el cultivo extrae del suelo 125 kg de nitrógeno (N), 30 kg de fósforo (P) y 75 kg de potasio (K), llegando en algunos casos a extraer, respectivamente, 125, 50 y 85 kg de estos elementos nutritivos y requiriendo, adicionalmente, de 65 a 100 kg de calcio (Ca) y 13 kg de magnesio (Mg) por hectárea.

#### **4.6.5. Labores culturales**

Caritas del Perú (2007), recomienda que entre las labores culturales del cultivo de arveja se encuentra la deshierba, el amarre y el manejo de los problemas fitosanitarios.

##### **a. Aporque**

De acuerdo con la Biblioteca Práctica y Ganadería (1998), indica que el aporcado consiste en amontonar tierra en el cuello u base de la planta con fines diversos según el cultivo. El aporcado consiste en cubrir con tierra en la base de los tallos del cultivo para dar soporte, aireación a las raíces y poder desarrollarse mejor.

##### **b. Control de malezas**

Bullón (1985) citado por Valdez (2017), afirma que se trata de eliminar plántulas recién germinadas de malas hierbas, arrancándolas con la mano e instrumentos de acero especiales, tales como los azadones, rastrillos, cuchillas, lampas, picos, rastra,

cultivadores y arados, que se usan antes del sembrío, durante la campaña, y después del sembrío u barbecho.

En arveja es conveniente hacer un control químico pre-emergencia de malezas, hasta tres días después de la siembra y con una humedad adecuada del suelo.

En localidades con alta presencia de malezas, se recomienda aplicar herbicidas pre-emergentes como Sencor (Metribuzina) 35 PM, en dosis de 600 g en 400 L de agua por hectárea, también se puede usar Afalón (Linuron) 1kg en 400 L de agua por hectárea para malezas de hoja ancha.

### **c. Tutoraje**

Mateo (1961), dice que en las variedades hortícolas de enrame es muy conveniente preparar un dispositivo capaz de soportar los tallos trepadores, ayudando con ello a que estos se desarrollen más y produzcan una mayor cosecha, al mejorar los rendimientos y facilitar las labores como los riegos y aporque de las arvejas. Así mismo señala que en cada lugar, esta operación se hace de forma diferente, tomando en cuenta que la norma general es reducir la mínima el costo de la instalación, para lo cual se deberá elegir los materiales más baratos en la localidad.

Caritas del Perú (2007), sostiene el uso del sistema espalderas es necesario en las plantas de enrame, este sistema permite colocar mayor número de plantas por área, lo que aprovecha mejor el espacio y se obtiene mayores rendimientos y las cosechas será de mejor calidad, por otra parte, se realiza con facilidad u eficiencia las labores complementarias y la cosecha sin dañar las plantas. Se instalarán los tutores

a los 30 a 40 días después de la siembra dependiendo de la variedad cuando las plantas emiten zarcillos y estos trepan en las rafias; sin embargo, necesitan que las plantas se guíen conforme van creciendo.

#### **d. Riego**

El cultivo de arveja tiene mayor necesidad de agua en el momento de formación de vainas y la frecuencia de los riegos depende de la época de siembra y del tipo de suelo, se recomienda realizar el primer riego a los 20 a 25 días después de la siembra para permitir un mejor desarrollo vegetativo; posteriormente regar antes y después de la floración, finalmente en el llenado de vainas evitar el exceso de humedad porque favorece la presencia de patógenos preferentemente los hongos.

#### **e. Problemas fitosanitarios**

Todas las labores deben estar dirigidas a prevenir o disminuir la presencia de plagas y enfermedades. Para evitar los problemas fitosanitarios se deben realizar actividades previas, como son: la utilización de variedades resistentes a los factores bióticos limitantes a la región, establecer los sistemas y densidades de siembra apropiados, rotar los cultivos, entre otros.

Caritas del Perú (2007), afirma que existen muchas plagas y enfermedades que atacan la arveja, por eso es necesario que el agricultor realice inspecciones frecuentes en su cultivo, para encontrar e identificar síntomas de plagas, como huevos, larvas, excrementos y daños o síntomas de enfermedades en la planta. Evaluaciones

permanentes indicaran el momento del control sanitario. Entre las plagas y enfermedades se encuentran:

Ligarreto (2002), menciona que dentro de las plagas que afectan el cultivo de arveja, pueden citarse por el impacto que tienen sobre el rendimiento, a los pulgones de la arveja (*Acyrtosiphon pisum*) y el pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*); le siguen en importancia el gusano perforador de brotes (*Crociosema aporema*) barrenan brotes, atrofian y matan ocasionando perforaciones con formación de canales en el ápice.

Ligarreto (2002), en cuanto a las enfermedades del cultivo de la arveja menciona que se clasifican en enfermedades de cuello y raíz, entre las que se mencionan al marchitamiento producido por *Fusarium oxysporum*, produce clorosis en hojas inferiores y desarrolla a las superiores cuello y raíz produce decoloración pudiendo llevar incluso a la muerte de las plantas en casos severos; otra enfermedad es la podredumbre de cuello y raíz por el complejo de hongos causante del Damping off (*Pythium sp* y *Rhizoctonia sp*) ; dentro de las enfermedades foliares causadas por hongos y también favorecida por condiciones de alta humedad se encuentra el oídio (*Erysiphe sp*), con típicas manchas pulverulentas en hojas y decoloración en vainas; en tanto, el mildiu (*Peronospora pisi*) se presenta en ambientes húmedos y frescos, este hongo forma una especie de “pelusa” de color grisáceo sobre hojas, tallos y vainas.

#### **4.6.6. Cosecha**

De acuerdo con Kay (1979) citado por Valdez (2017) manifiesta los guisantes verdes se recolectan en el estado inmaduro, cuando las vainas están bien llenas, pero los guisantes son dulces y están blandos. La cosecha se realiza a mano, revisando las plantas y recogiendo las vainas en sacos u en redes, o por recolección selectiva, que implica revisar las plantas varias veces; en ocasiones se realiza de 7 a 8 recolecciones entre 5 y 7 semanas.

Manual Agropecuario (2002) señala que la arveja se puede empezar a recoger 80 a 120 días después de la siembra, cuando el grano este verde o seco. En verde está entre los 50 a 80 días después de la siembra, mientras que en seco se encuentra entre los 80 a 120 días, dependiendo del clima y de la variedad sembrada. El grano verde se cosecha a mano, mientras que la cosecha del grano seco se hace cortando la planta al ras del suelo.

#### **4.7. Variedades**

INIA (2013) indican sobre variedades promisorias de arveja que se utilizan en la producción de arvejas a nivel regional:

##### **4.7.1. Variedad Alderman**

INIA (2013) indica que es una arveja de doble propósito, para consumo en fresco e industria; habito de crecimiento indeteminado; planta vigorosa de porte medio con altura de 60 cm en promedio; variedad muy precoz; en costa se cosecha a los 80 días y en sierra se cosecha a los 100 días; de 4 a 5 foliolos; floración concentrada,

presenta dos flores por nudo y flores de color blanco; vaina de color verde oscuro; granos grandes por vaina: vainas bien conformadas y pesadas; buen llenado de grano; alto potencial de rendimiento en vaina verde con tutorado de 6 a 8 t/ha y rendimiento en vaina sin tutorar de 3 a 4 t/ha. Los suelos deben ser fértiles, profundos ricos en materia orgánica, con buen contenido de humedad. La siembra es directa a 0.5 cm de profundidad el periodo vegetativo es de 90 a 100 días y la densidad de siembra se requiere de 50 kg de semilla por hectárea. Adaptación a clima frío de 2.400 a 2.700 m.s.n.m.

#### **4.7.2. Variedad Verde**

INIA (2013) indica que tiene un hábito de crecimiento indeterminado; altura de planta promedio de 120 cm; color de las flores blanco; de 4 a 6 foliolos; requiere suelos de mediana a alta fertilidad; rendimiento en vaina verde con tutorado de 6 t/ha y rendimiento en vaina sin tutorar de 4 t/ha; días a la cosecha en grano verde entre 120 a 150 días; color de grano verde en cosecha de verde y forma de grano redondo o liso. Adaptación a clima frío de 2000 a 3000 m.s.n.m.

#### **4.7.3. Variedad Q'ompis**

INIA (2013) menciona que la variedad Común o Criolla es un genotipo de periodo vegetativo tardío; cuya altura de planta es de 220 cm, es muy apreciada por los agricultores debido a su rendimiento; su ciclo vegetativo es de 140 y 150 días; presenta vainas de longitud promedio de 8.5 cm; su conducción es de espalderas para un buen desarrollo de la planta; hábito de crecimiento indeterminado; flores de color

blanco; de 4 a 5 foliolos; requiere suelos de mediana a alta fertilidad; su nombre comercial es Santa Isabel; rendimiento en vaina verde con tutorado de 6 a 8 t/ha y rendimiento en vaina sin tutorar de 3 a 4 t/ha; color de grano verde en cosecha de verde y forma de grano redondo o liso. Adaptación a clima frío de 2400 a 2700 m.s.n.m.

#### **4.7.4. Variedad Usui**

Cáritas del Perú (2007) menciona que es una variedad de periodo vegetativo semi precoz, la altura de planta es de 1,27 m, muy apreciada por su rendimiento, su ciclo vegetativo es de 120 y 130 días. Presenta vainas medianas con una longitud promedio de 8,5 cm. Se adaptan fácilmente a los varios climas del Perú, tiene buena demanda en el mercado local y nacional, además de buen sabor y color que tienen buena comercialización de este producto.

INIA (2013) menciona que tiene un hábito de crecimiento indeterminado; altura de planta entre 127 a 150 cm; color de flores blanco; de 5 a 6 foliolos; requiere suelos de mediana a alta fertilidad; rendimiento en vaina verde con tutorado de 6 a 8 t/ha y rendimiento en vaina sin tutorar de 5 a 6 t/ha; días para la cosecha en verde de 95 a 110 días; forma de grano redondo; tiene una adaptación a clima frío de 2.400 a 2.700 m.s.n.m.

#### **4.8. Rendimiento**

INIA (2013) reporta que, la utilización de tutores es muy importante en el cultivo de arveja, porque mediante esta técnica se obtiene un mayor rendimiento por hectárea y una mejor calidad de frutos.

El mayor rendimiento se debe a que los tutores permiten aprovechar mejor el espacio aéreo, disponiendo de mayor área de terreno para sembrar más plantas.

La mejor calidad de frutos se deba a la mayor iluminación que recibe el cultivo en este sistema de conducción, lo cual favorece a un mejor llenado de las vainas; además, la posición vertical de las plantas contribuye a un control más eficiente de las plagas, enfermedades y daños de pájaros.

El uso de tutores en el cultivo de arveja, presenta las siguientes ventajas sobre el cultivo sin tutores:

- El rendimiento por hectárea se incrementa al doble o más.
- Podemos aumentar la población de plantas por hectárea.
- Se obtiene mayor cantidad de vainas de mejor calidad.
- El número de vainas podridas se reducen.
- Se logra un mejor control de plagas y enfermedades.
- Los daños por pájaros se reducen.
- Los tutores instalados se pueden usar más de una vez.
- La cosecha se realiza con mayor facilidad.

Hornan (1999), presenta los rendimientos en toneladas por hectárea de algunas variedades de arveja en verde, obtenidas en la estación experimental Donoso, Huaral en 1998.

*Tabla 2*

*Resultados obtenidos en rendimiento de vaina verde Huaral*

| VARIEDAD    | RENDIMIENTO (t/ha) |
|-------------|--------------------|
| Maestro     | 6.25               |
| Azul        | 14.96              |
| Midori Usui | 9.83               |
| Jacky       | 18.59              |
| Verde Azul  | 15.64              |
| Usui        | 18.99              |
| PROMEDIO    | 14.04              |

Fuente: Hornan (1999)

#### **4.9. Comportamiento agronómico**

##### **4.9.1. Altura de planta**

Villarán (1976) indica los siguientes resultados cuando evaluó 8 variedades de arveja en el cual encontró las siguientes alturas de plantas: Alderman con 1.36 m, Mérida con 0.52 m, Promina con 0.62 m, P – 208 con 0.53 m, Floreta con 1.67 m, Geneva – 5 con 0.49 m, Yorkshire Hero con 0.65 m y Nunhams Celsior con 0.66 m.

Palacios (1997) menciona que, en su trabajo realizado en La Molina encontró las siguientes alturas de plantas de arvejas: T1 = V1M1D2 con 53.82 cm, T2 = V1M1D1 con 46.03 cm, T3 = V1M2D2 con 51.93 cm, T4 = V1M2D1 con 54.83 cm, T5 = V2M1D2 con 48.27 cm, T6 = V2M1D1 con 44.27 cm, T7 = V2M2D2 con 49.30 cm, T8 = V2M2D1 con 44.30 cm y T9 = testigo con 108.60 cm de altura de planta.

#### **4.9.2. Número de vainas por planta**

Mallaupoma-Santana (2005), mencionan que, lazor es la variedad con mayor número de vainas por planta, encontrando los siguientes números de vainas por planta: Lazor con 14.50, Plan le Panier con 11.30, Usui con 10.20, Petit provencal con 9.80, Alderman Hortus con 9.10, Progress 9 con 8.30, Rondo Hortus con 8.20, Afila con 8.10, Utrillo con 7.50, Tarma con 7.00, Eminent con 7.00 y Feltham First con 4.80 vainas por planta.

#### **4.9.3. Longitud de vaina**

Mallaupoma-Santana (2005) mencionan las siguientes longitudes de vaina por variedad: Tarma con 14.80 cm, Utrillo con 12.80 cm, Rondo Hortus con 11.40 cm, Alderman Hortus con 11.30 cm, Progress 9 con 10.50 cm, Feltham First con 9.40 cm, Petit provencal con 9.10 cm, Usui con 8.60 cm, Eminent con 8.50 cm, Lazor con 8.40 cm, Plan le Panier con 8.00 cm y Afila con 7.60 cm de longitud de vaina.

#### **4.9.4. Número de granos por vaina**

Palacios (1997) menciona que en la Molina obtuvo los siguientes resultados promedios del número de granos por vaina: T1 = V1M1D2 con 5.23; T2 = V1M1D1 con 4.70, T3 = V1M2D2 con 4.50, T4 = V1M2D1 con 4.35, T5 = V2M1D2 con 4.37, T6 = V2M1D1 con 4.65, T7 = V2M2D2 con 4.43, T8 = V2M2D1 con 4.75 y T9 = testigo con 6.45 granos por vaina.

## **V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue experimental, debido a que se utilizó un diseño experimental (DBCA) con la finalidad de evaluar la fenología, las características agronómicas y el rendimiento de vainas en verde.

### **5.2. Ubicación espacial**

El presente trabajo de investigación se instaló en el distrito de Andahuaylillas – Comunidad de Quewar.

#### **5.2.1. Ubicación del Política**

|           |   |                |
|-----------|---|----------------|
| Región    | : | Cusco          |
| Provincia | : | Quispicanchi   |
| Distrito  | : | Andahuaylillas |
| Lugar     | : | Quewar         |

#### **5.2.2. Descripción Geográfica**

|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| Altitud        | : | 3,266 msnm |
| Longitud oeste | : | 71°41'37"  |
| Latitud sur    | : | 13°40'57"  |

*Figura 1*

*Ubicación del campo experimental*



### **5.2.3. Ubicación Ecológica**

Piso ecológico : Quechua

Humedad relativa : 52%

Precipitación anual : 650.00 mm

Temperatura : 18.0 °C

### **5.2.4. Zona de vida**

Según Leslie Holdridge y utilizando el diagrama bioclimático, la Comunidad de Quewar se encuentra en la Zona de vida Bosque seco-Montano Bajo templado frio (bs-MBS)

### **5.2.5. Ubicación Hidrográfica**

Cuenca : Vilcanota

Sub-cuenca : Alta del Vilcanota

Microcuenca : Mancomayo

## **5.3. Materiales y métodos**

### **5.3.1. Material genético**

**Variedades:** Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizaron semillas de 4 variedades de arvejas adquiridas de la Agroveterinaria. Oquendo ubicado en el distrito de San Jeronimo siendo las siguientes:

- Alderman
- Verde
- Q'ompis
- Usui

Las características agrobotánicas del material genético utilizado han sido descritas en el marco teórico.

### **Materiales, equipos e insumos de campo**

Libreta de campo y lápiz, cinta métrica, cordel, estaca de madera, rafia, etiquetas, sacos y mantas, pizarrín, bolsas de papel plástico, letrero.

### **Herramientas**

Manguera, lampas, picos, botas y pico.

### **Equipos**

Computadora, impresora, cámara fotográfica, balanza de precisión, pulverizadora manual de 15 litros, vernier digital, GPS y calculadora.

### **Materiales de oficina**

Papel bond A4 80 g, lápiz, lapicero, borrador, regla graduada de 30 cm, cartucho de impresora, libreta de campo, plumones indelebles, clips, resaltadores, correctores, Cd-rw, Usb, calculadora científica, cinta maski stape y etiquetas adhesivas.

#### **5.3.2. Historial del campo**

El terreno donde se realizó el trabajo de investigación, anteriormente estuvo sembrado:

Campaña 2020-2021: Papa (*Solanum tuberosum* L.)

Campaña 2021-2022: Maíz (*Zea mays*)

Campaña 2022- 2023: Maíz (*Zea mays*)

Campaña 2023-2024: Arveja presente trabajo de investigación

#### **5.3.3. Análisis físico y químico del campo experimental**

El muestreo de suelo se realizó el 21 de agosto del 2023. Para ello se tomaron las muestras correspondientes utilizando el método del Zigzag tomadas a 20 cm de profundidad, seguidamente se procedió a juntar y homogenizar las muestras tomadas

y obtener una muestra representativa de 1 kilo para llevarlo al laboratorio de análisis de suelos. Del Centro de Investigación de suelos y abonos (CISA) de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

*Tabla 3*

*Análisis de propiedades físico-químicas del suelo*

| DETERMINACIÓN | VALOR  | INTERPRETACIÓN |                |
|---------------|--------|----------------|----------------|
| Ph            | 7.42   | Neutro         |                |
| C.E. mmhos/cm | 0.28   | Normal         |                |
| M.O. (%)      | 3.42   | Alta           |                |
| N total (%)   | 0.17   | Bajo           |                |
| P2O5 ppm      | 25.9   | Bajo           |                |
| K2O ppm       | 17     | Bajo           |                |
| Arcilla %     | Limo % | Arena %        | Clase textural |
| 26            | 35     | 39             | Franco         |

Nota. Adaptado del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), 2023

#### **5.3.4. Características climáticas**

La información meteorológica de temperatura, precipitación y humedad relativa fue proporcionada por la Estación Meteorológica Principal (MAP) del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Cusco; ubicada en el distrito de Caicay-provincia de Paucartambo Región - Cusco. (Año 2023-2024) ver anexos.

Para la determinación de los valores Promedios y totales de las variables meteorológicas para cada fase fenológica se utilizaron las siguientes formulas:

**Promedio de la temperatura máxima:**

$$=\sum T^{\circ}\text{max diarias}/n^{\circ} \text{ de dias}$$

**Promedio de la temperatura mínima:**

$$=\sum T^{\circ}\text{min diarias}/n^{\circ} \text{ de dias}$$

**Promedio de la humedad Relativa:**

$$=\sum \text{HR diarias}/n^{\circ} \text{ de dias}$$

**Total de la precipitación:**

$$=\sum P_p \text{ diarias}$$

**5.3.5. *Diseño experimental***

Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones, donde se consideró calles entre los bloques.

**Modelo estadístico**

Modelo matemático lineal:  $Y_{ij} = \mu + L_i + B_j + E_{ij}$

Donde:

$Y_{ij}$ : Variable de respuesta observada en la unidad experimental ubicado en el j-esimo bloque. Que recibe el tratamiento i.

$\mu$ : Es la media general.

$\mu_i$ : Es el efecto debido al tratamiento  $i$  el cual es igual a  $(\mu_i - \mu)$ , es decir a la diferencia entre el promedio poblacional del tratamiento y la media poblacional.

$\mu_j$ : Es el efecto del bloque  $j$  el cual es igual a  $(\mu_j - \mu)$ , es decir a la diferencia entre el promedio poblacional del bloque y la media poblacional.

$\epsilon_{ij}$ : El término del error.

#### **5.3.6. Factores en estudio e indicadores**

➤ **Variedad:**

Alderman

Verde

Q'ompis

Usui

➤ **Fenología**

Para la evaluación de las fases fenológicas se utilizó lo mencionado por Falguenbaum (1993) y Valdez (2017) que indican que la arveja tiene siguientes fases: Emergencia, botón floral, floración, formación de vainas y llenado de vainas; considerando el 10% como fase inicial, el 50% más uno como fase plena y más del 75 % como fase final.

➤ **Características agronómicas**

Altura de planta

Numero de ramas por planta

Numero de vainas por planta

Numero de granos por vaina

Longitud de raíz por planta

➤ **Rendimiento**

Peso de vainas en verde en t/ha

Rendimiento de vainas en gramos por planta

Número de granos por vaina

Número de granos por vaina

**5.3.7. Tratamientos**

Los tratamientos constan de 4 tratamientos incluidos el testigo:

T1: (A-1) Variedad Alderman

T2: (A-3) Variedad Verde

T3: (A-4) Variedad Usui

T4: (A-2) Variedad Q'ompis (testigo) variedad local

**5.3.8. Características de las unidades experimentales**

**Área del experimento:**

- Largo : 27m.
- Ancho : 16m
- Área total : 522m<sup>2</sup>

### **Bloque**

- Número de bloques : 04
- Largo de bloque : 16m.
- Ancho de bloque : 6m.
- Área del bloque : 96m<sup>2</sup>
- Número de calles :3

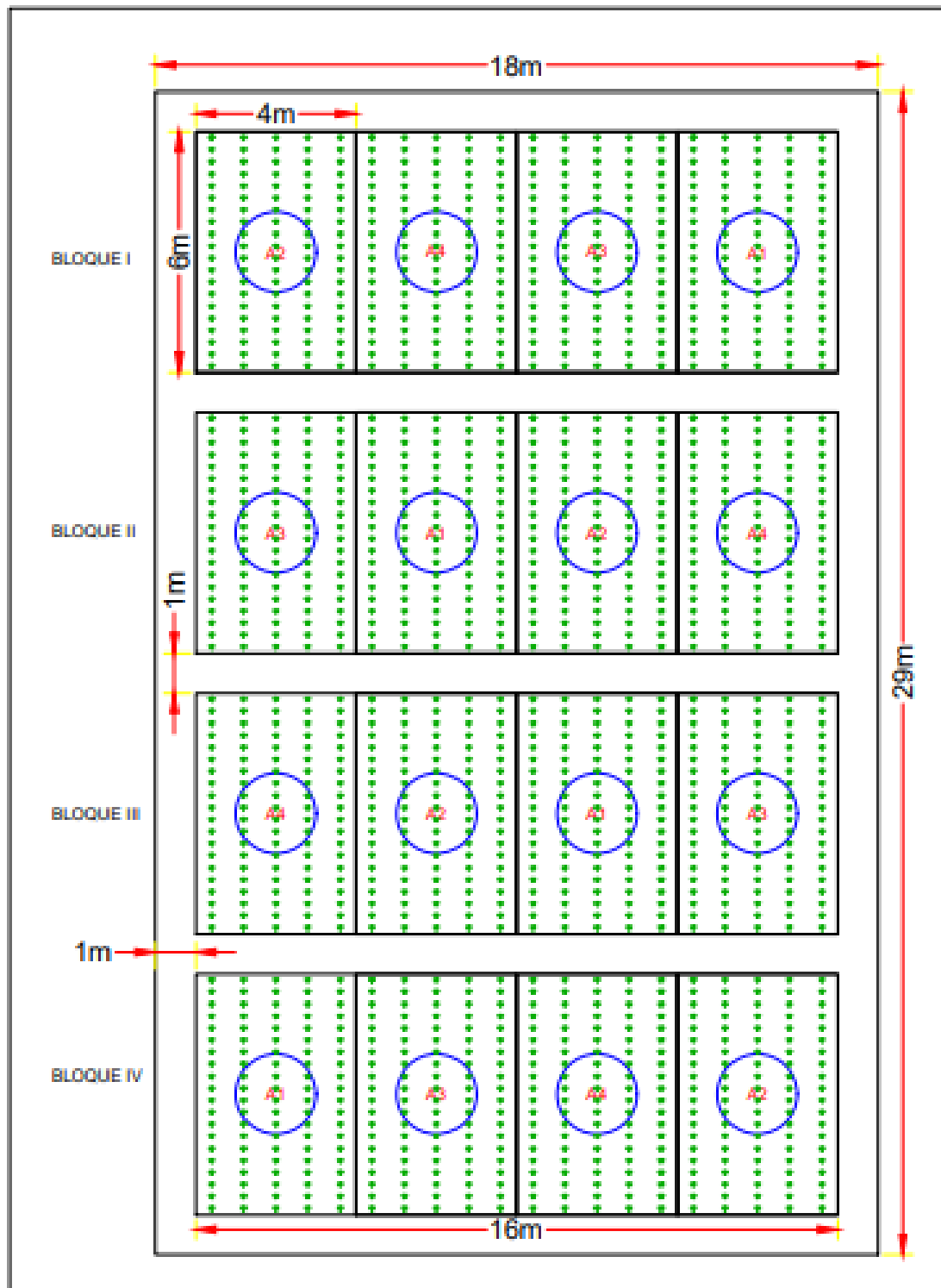
### **Parcela**

- Largo de la parcela : 6 m.
- Ancho de parcela : 4 m.
- Área de la parcela experimental : 24 m<sup>2</sup>
- Área de la parcela neta :12.96 m<sup>2</sup>
- Número de parcelas por bloque : 4
- Número total de parcelas : 16
- Número de plantas por parcela : 100
- Número total de plantas en 16 parcelas : 1600
- Número de surcos por parcela : 5

### **Surcos por tratamiento**

- Distanciamiento entre plantas : 0.30 m
- Distanciamiento entre surco : 0.80 m
- Largo de surco por tratamiento : 6 m
- Número de plantas por surco : 20

### 5.3.9. Diseño del croquis del experimento



#### **5.4. Conducción del experimento**

##### **a. Preparación del terreno**

Antes de la preparación del terreno se efectuó un riego el 22 de junio del año 2023 y estando en capacidad de campo se realizó la roturación de terreno con tractor agrícola, el 29 de junio del 2023 dejándose mullido y nivelado a una profundidad de 30 cm.

##### **b. Surcado y marcado del campo experimental**

El surcado del campo experimental se hizo con la ayuda de un tractor agrícola. De acuerdo al diseño experimental, se efectuó la demarcación del campo experimental, delimitándose parcelas y calles, utilizando wincha, cordel, estacas y yeso. Esta actividad se realizó el 19 de agosto de 2023.

##### **c. Preparación de la semilla**

Las semillas, se seleccionaron cuidando que sean de la variedad, estado de sanidad de las semillas que estén libres de enfermedades y plagas, para luego de ello efectuar la desinfección utilizando un insecticida– TIFON – producto mercurial, utilizándose la dosis de 10 gramos por 10 kilos de semilla. Esta actividad se realizó el 20 de agosto del 2023.

##### **d. Siembra**

La siembra se hizo el 20 de agosto del 2023, de forma manual en suelo a capacidad de campo, usando un distanciamiento de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas, colocando 3 semillas por golpe.

### e. Fertilización

Tomando en cuenta el análisis físico químico del suelo y considerando que la arveja es una leguminosa fijadora de nitrógeno, la fertilización que se utilizó fue el nivel de 90-30-60 de NPK. Los cálculos más detallados se encuentran en el anexo 2.

La primera fertilización se realizó a los 41 después de la siembra; en donde se fertilizo con el 100% de fosforo y el potasio; sin embargo el nitrógeno solo se utilizó el 50%. Esta labor fue trabajada el 03 de octubre del año 2023 y el segundo aporte se realizó el 9 de noviembre del mismo año. Ver la (tabla 4).

*Tabla 4*

*Cantidad de fertilizantes utilizados*

| CANTIDAD DE FERTILIZANTES UTILIZADOS |                                |                                               |                                    |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| DISCRIPCIÓN                          | Nitrato de amonio<br>33 % (kg) | Superfosfato de calcio<br>triple 46 %<br>(kg) | Cloruro de Potasio<br>60 %<br>(kg) |
| Hectárea                             | 143.93                         | 47.63                                         | 82.3                               |
| Experimento                          | 5.520                          | 1.84                                          | 3.168                              |
| Bloque                               | 1.380                          | 0.456                                         | 0.792                              |
| Parcela                              | 0.345                          | 0.114                                         | 0.198                              |
| Surco                                | 0.069                          | 0.0228                                        | 0.0396                             |
| Golpe                                | 0.00345                        | 0.00114                                       | 0.00198                            |

Fuente: elaboración propia

#### **f. Control de malezas**

Con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes, agua, radiación solar, se efectuaron deshierbes en forma manual con ayuda del azadón, toda vez que sea necesario. El primer deshierbe se hizo el 16 de setiembre, el segundo el 3 de octubre y el tercer aporque el 9 de noviembre del año 2023. Ver la (tabla 5).

*Tabla 5*

*Malezas en el cultivo de arveja*

| Nombre común   | Nombre científico              | Familia             |
|----------------|--------------------------------|---------------------|
| Trébol         | <i>Trifolium repens; L</i>     | <i>Fabaceae</i>     |
| Nabo silvestre | <i>Brassica campestris; L</i>  | <i>Brassicaceae</i> |
| Kikuyo         | <i>Pennisetum clandestinum</i> | <i>Poaceae</i>      |
| Willk'u        | <i>Polygonum convolvulus</i>   | <i>Polygonaceae</i> |

#### **g. Aporque**

Esta labor se efectuó con la finalidad de la aireación de las raíces, evitar el tumbado de las plantas y tener mayor soporte. Se hizo en dos oportunidades el primer aporque se dio el 3 de octubre del año 2023 y el segundo aporque fue 09 de noviembre del mismo año. Labor efectuada con la ayuda de pico, lampa y de dos personales.

#### **h. Tutorado**

Considerando que las variedades a utilizar tienen zarcillos caulinare, se preparó palos de eucalipto con cordeles de rafia con la finalidad de estimular una mayor producción de flores y frutos, así como la planta trepe y se mantenga erguida;

por cada surco se colocara 3 tutores de 1.8 m de altura a cada extremo de los surcos y uno en medio. Esta actividad se realizó el 6 de octubre del año 2023.

#### **i. Control de plagas y enfermedades**

##### **Plagas:**

En el cultivo de arveja en su etapa inicial no se observó plagas que provoquen pérdidas en el rendimiento hasta la etapa de floración; pero en la etapa de fructificación y maduración se observaron diferentes aves como el urpi, chiwaco, zorzal y cocotohay, que si afectaron al rendimiento del cultivo de arveja. Así mismo se utilizaron espantapájaros, para ahuyentar a las aves. Se instalo espantapájaros el 18 de noviembre del 2023.

##### **Enfermedades:**

Se pudo observar enfermedades en las variedades Alderman, Usui; verde y en la Q'ompis (testigo). Se presentaron hongos como el oídio, la antracnosis y mildiu; para lo cual estas enfermedades fueron controladas con fungicidas agrícolas, como ridumil (mildiu y antracnosis) y antracol (oídio).

#### **j. Riegos**

El cultivo es estacionario, bajo la presencia de las precipitaciones pluviales de manera regular; pero cuando no hubo se efectuó riego por gravedad de acuerdo a los requerimientos del cultivo. En la etapa fenológica de emergencia y botón floral, se ha regado con una frecuencia de cada 7 días y en la fase de floración, formación de vainas y llenado de vainas se regó cada 4 días.

#### **k. Cosecha**

Cuando las plantas estuvieron en su pleno llenado de vaina se procedió a la cosecha de vainas en verde para cada variedad, la misma que se efectuó en forma manual consideran el área neta de cada tratamiento.

## **5.5. Variables a evaluar**

### **5.5.1. Evaluaciones fenológicas**

Las evaluaciones fenológicas se realizaron anotando los días después de la siembra y se procesó con los datos meteorológicos obtenidos de SENAMHI 2023-2024. La fenología de la arveja comprende la emergencia, botón floral, formación de vaina y llenado de vaina.

#### **a. Días a la emergencia**

Se consideró el inicio de la emergencia cuando el 10% de las plantas de arveja emergió a la superficie del suelo, luego se siguió evaluando hasta cuando el 50% más uno de las plantas emergió a la superficie del suelo como emergencia plena y la final se consideró más del 75% de las plantas. Ver los resultados en la (tabla 6).

#### **b. Días al botón floral**

Se consideró inicio de botón floral cuando el 10% de las plantas presentaban el botón floral en cada tratamiento, la plena formación de botón floral se dio cuando más 50% más uno de las plantas tenía botones florales y final cuando presentaban más de 75%. Los resultados están en la (tabla 6).

#### **c. Días a la floración**

Se evaluó el inicio, plena y final de la floración que en este caso va paralelo al inicio del fructificación o crecimiento de vainas. Se observó el inicio de la floración cuando el 10 % de las plantas estaban con flores, la plena floración se consideró el 50% más uno de las plantas que presentan floración y final más del 75% de floración. Ver los resultados están en la tabla (n°6).

#### **d. Formación de vainas**

Se evaluaron el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 75% de las plantas en las parcelas hayan alcanzado el estado fenológico del envainamiento. También se consideró inicio de fructificación cuando el 10% de las plantas presentan formación de vaina, la plena fructificación es de 50% más uno de las plantas con formación de vaina y final se consideró cuando más del 75% de las plantas presentaban formación de vaina. Los resultados están en la tabla (n°6).

#### **e. Llenado de vainas (cosecha en verde)**

Se evaluarán el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 75% de las plantas en las parcelas hayan alcanzado el estado fenológico de la cosecha en verde. Se evaluó cuando las plantas presentaban vainas con un buen tamaño y diámetro de vaina. Inicio se consideró cuando el 10% de las plantas estaban en la etapa de cosecha en verde. Plena maduración se consideró el 50% más uno y final de la maduración más 75% de las plantas en la etapa de cosecha en verde. Los resultados están en la tabla (n°6).

### **5.5.2. Evaluaciones agronómicas**

#### **a. Altura de planta en cm**

Para la evaluación se seleccionaron 10 plantas al azar de los tres surcos centrales de la parcela neta, medidos en centímetros con la ayuda de una wincha milimetrada, desde el nivel del suelo hasta el ápice del tallo principal. Se evaluó la altura de planta, al final de la etapa fenológica antes de ser cosechadas.

#### **b. Número de flores por planta**

Se registro 10 plantas al azar de cada tratamiento y repetición de la parcela neta; luego se procedió a contar las flores con carácter comercial por cada planta. Esta actividad se realizó en la etapa de floración de la planta.

#### **c. Longitud de vaina**

Se evaluó 10 plantas de forma aleatoria por cada tratamiento y repetición de la parcela neta; luego, se tomó medidas de las vainas desde el punto de inserción con la planta hasta el ápice de la vaina teniendo en cuenta la curvatura de algunas de estas.

#### **d. Número de tallos por planta**

Diez plantas que fueron seleccionadas para la evaluación de número de tallos por planta de la parcela neta; se procedió a contar el número de tallos. Esta actividad fue realizada en la cosecha.

#### **e. Longitud de raíz**

Se evaluó 10 plantas al azar por parcela neta. Después con la ayuda de una cinta métrica se procedió a medir. Este trabajo se realizó en la cosecha.

### **5.5.3. Evaluaciones rendimiento**

#### **a. Rendimiento t/ha**

Se cosecharon las vainas frescas de los tres surcos centrales y después se llevó a pesar en una balanza digital, para luego convertir a toneladas por hectárea.

#### **b. Rendimiento en gramos por planta**

Se cosecharon 10 plantas en forma aleatoria de manera individual de cada parcela neta y después se pesó en una balanza digital obteniéndose así el rendimiento en gramos por planta.

#### **c. Numero de vainas por planta**

Se registraron 10 plantas de cada parcela neta; luego se procedió a contar las vainas con carácter comercial por cada planta. Esta actividad se realizó en la cosecha de las vainas en verde.

#### **d. Numero de granos por vaina**

Diez plantas de la parcela neta fueron seleccionadas para la evaluación del número de granos por vaina; se procedió a abrir las vainas y contar el número de granos. Esta actividad fue realizada en la cosecha.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Determinación fenología del cultivo de arveja

Tabla 6

Fases fenológicas del cultivo de arveja

| Variedades | Variables climáticas | FASES FENOLOGICAS |       |       |              |       |       |           |       |       |                     |       |       |                   |       |       |
|------------|----------------------|-------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
|            |                      | Germinación       |       |       | botón floral |       |       | Floración |       |       | Formación de vainas |       |       | Llenado de vainas |       |       |
|            |                      | inicio            | plena | final | inicio       | plena | final | inicio    | Plena | final | inicio              | plena | final | inicio            | plena | Final |
| Usui       | Días                 | 13                | 16    | 19    | 66           | 74    | 78    | 70        | 81    | 86    | 84                  | 101   | 106   | 117               | 122   | 130   |
|            | Precipitación        | 1.8               | 4.8   | 7.5   | 35.9         | 45.1  | 45.8  | 44.5      | 49.6  | 50.4  | 49.8                | 82.6  | 119.1 | 194.1             | 214.3 | 225.8 |
|            | Temp. Max            | 25.29             | 24.78 | 24.4  | 24.21        | 24.23 | 24.2  | 24.15     | 24.23 | 24.13 | 24.11               | 24.04 | 23.96 | 23.83             | 23.79 | 23.71 |
|            | Temp. Min            | 4.09              | 4.63  | 4.95  | 7.11         | 7.44  | 7.48  | 7.31      | 7.56  | 7.72  | 7.66                | 8.03  | 8.14  | 8.23              | 8.32  | 8.42  |
|            | HR                   | 51.83             | 54.03 | 54.86 | 56.43        | 57.79 | 58.38 | 57.25     | 58.52 | 59.23 | 59.05               | 61.52 | 62.37 | 63.54             | 64.01 | 64.69 |
| Alderman   | Días                 | 13                | 15    | 19    | 53           | 61    | 66    | 65        | 70    | 74    | 69                  | 74    | 79    | 90                | 94    | 99    |
|            | Precipitación        | 1.8               | 4.8   | 7.5   | 25.9         | 29.6  | 35.9  | 34.5      | 44.5  | 45.1  | 42.1                | 45.1  | 45.8  | 51.8              | 62.6  | 79.9  |
|            | Temp. Max            | 25.29             | 24.87 | 24.4  | 24.24        | 24.18 | 24.21 | 24.2      | 24.15 | 24.23 | 24.18               | 24.23 | 24.23 | 24.18             | 24.19 | 24.08 |
|            | Temp. Min            | 4.09              | 4.51  | 4.95  | 6.8          | 6.95  | 7.11  | 7.07      | 7.31  | 7.44  | 7.26                | 7.44  | 7.51  | 7.86              | 7.94  | 7.98  |
|            | HR                   | 51.83             | 54.03 | 54.86 | 55.26        | 56.36 | 56.43 | 56.3      | 57.25 | 57.79 | 57.08               | 57.79 | 58.4  | 59.56             | 60.12 | 61.25 |

|                      | Días          | 12    | 15    | 18    | 62    | 68    | 73    | 69    | 74    | 78    | 75    | 79    | 84    | 93    | 98    | 104   |
|----------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Verde                | Precipitación | 0     | 4.8   | 7.5   | 29.6  | 42.1  | 44.5  | 42.1  | 45.1  | 45.8  | 45.2  | 45.8  | 49.8  | 61.2  | 79.3  | 93    |
|                      | Temp. Max     | 25.48 | 24.87 | 24.44 | 24.18 | 24.2  | 24.22 | 24.18 | 24.23 | 24.2  | 24.24 | 24.23 | 24.11 | 24.21 | 24.11 | 23.98 |
|                      | Temp. Min     | 3.9   | 4.51  | 4.96  | 6.97  | 7.2   | 7.44  | 7.26  | 7.44  | 7.48  | 7.43  | 7.51  | 7.66  | 7.92  | 7.97  | 8.11  |
|                      | HR            | 50.55 | 54.03 | 54.52 | 56.39 | 56.86 | 57.6  | 57.08 | 57.79 | 58.38 | 57.89 | 58.4  | 59.05 | 59.9  | 61    | 62.03 |
|                      | Días          | 13    | 15    | 19    | 70    | 79    | 84    | 75    | 82    | 86    | 91    | 110   | 116   | 124   | 131   | 141   |
| Q'ompis<br>(testigo) | Precipitación | 1.8   | 4.8   | 7.5   | 44.5  | 45.8  | 49.8  | 45.2  | 49.8  | 50.4  | 51.8  | 121.7 | 177.6 | 223.1 | 225.8 | 239.7 |
|                      | Temp. Max     | 25.29 | 24.87 | 24.4  | 24.15 | 24.23 | 24.11 | 24.24 | 24.15 | 24.13 | 24.23 | 23.92 | 23.84 | 23.77 | 23.71 | 23.61 |
|                      | Temp. Min     | 4.09  | 4.51  | 4.95  | 7.31  | 7.51  | 7.66  | 7.43  | 7.58  | 7.72  | 7.85  | 8.15  | 8.22  | 8.37  | 8.41  | 8.51  |
|                      | HR            | 51.83 | 54.03 | 54.86 | 57.25 | 58.4  | 59.05 | 57.89 | 58.74 | 59.23 | 59.6  | 62.79 | 63.38 | 64.15 | 64.76 | 65.59 |

### **6.1.1. Emergencia**

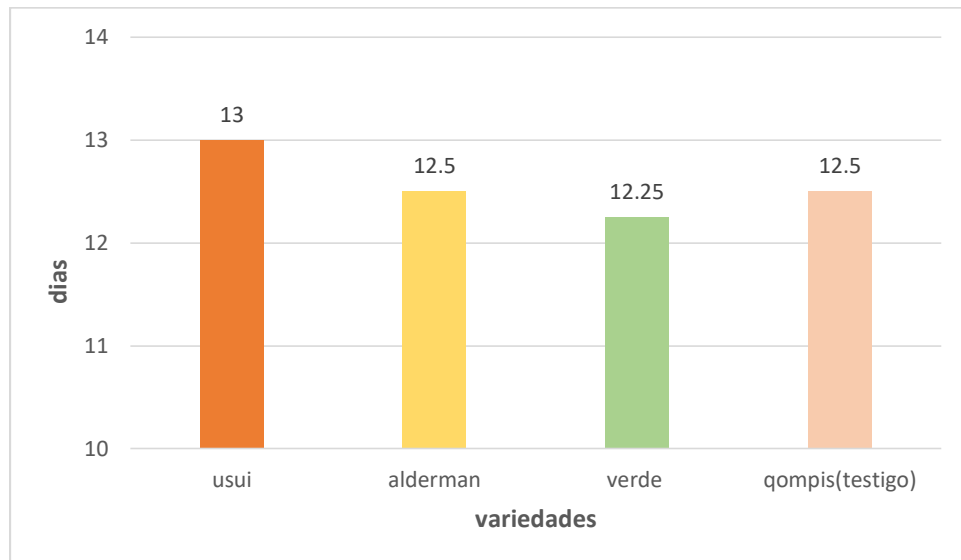
El inicio de emergencia se produjo entre 12 a 13 días de la siembra, para todos los tratamientos, lo cual indica que hubo uniformidad, durante esta fase la temperatura máxima fue de 25.48 °C, y una temperatura mínima de 3.9°C, con una humedad relativa de 51.83% y una precipitación acumulada de 1.8mm.

La plena emergencia se manifestó entre 15 a 16 días, durante esta fase la temperatura máxima fue de 24.78 °C, una temperatura mínima de 4.51°C, una humedad relativa de 54.03% y una precipitación acumulada de 4.8mm. Lo que favoreció la emergencia de las semillas

El final de la emergencia se produjo entre los 18 a 19 días después de la siembra) durante esta fase final se produjo una temperatura máxima de 24.4°C, una temperatura mínima de 4.96°C, con una humedad relativa de 54.86% y una precipitación acumulada de 7.5mm.

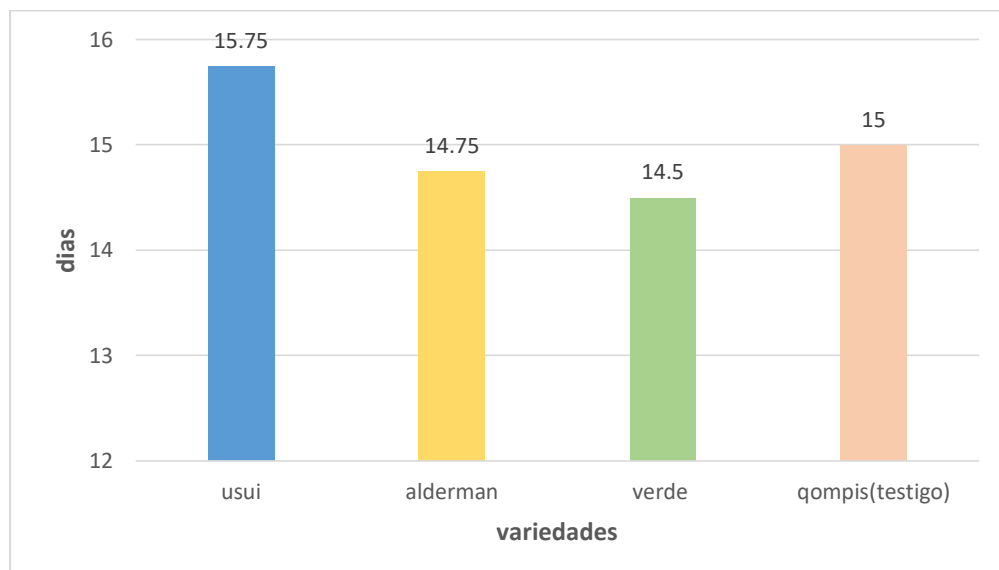
*Figura 2*

*Inicio de emergencia*



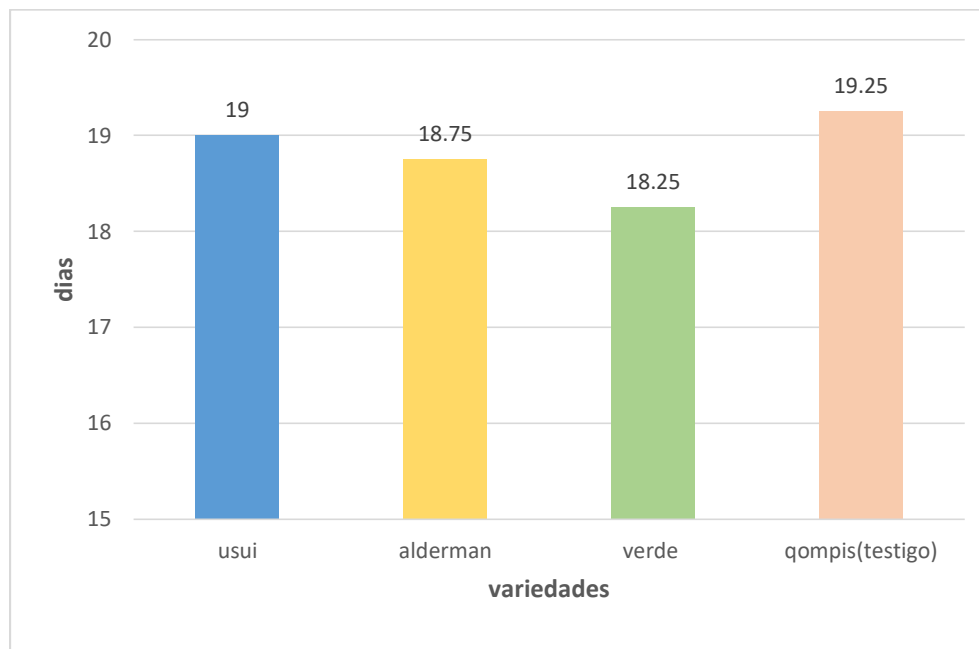
*Figura 3*

*Plena emergencia*



*Figura 4*

*Final de emergencia*



### **6.1.2. Botón floral**

El inicio de botón floral para la variedad Usui a los 66 días, para el Alderman a los 53 días, para la verde a los 62 días, y para la Q'ompis a los 70 días lo que indica que hubo variaciones en esta fase, durante esta fase la temperatura máxima fue de 24.24 °C, y una temperatura mínima de 6.9 °C, con una humedad relativa de 57.25% y una precipitación acumulada de 44.5 mm luego de 70 días.

La plena para botón floral fue para la variedad Usui fue a los 74 días para la Alderman a los 61, para la verde a los 68 días, y para la Q'ompis a los 79 días observándose también variaciones importantes, durante esta fase la temperatura

máxima fue de 24.23 °C y una temperatura mínima de 6.95 °C, una Humedad relativa de 56.36 % y una precipitación acumulada de 45.8 mm luego de 79 días de la siembra.

El final de botón floral fue para la variedad Usui fue a los 78 días, para el Alderman a los 66 días, para la verde a los 73 días y para la Q'ompis a los 84 días, observándose notorias diferencias en esta fase sus se produjo entre los 18 a 19 días después de la siembra) durante esta fase final se produjo una temperatura máxima de 24,2 °C, una temperatura mínima de 7.11°C, con una humedad relativa de 59.05 % y una precipitación acumulada de 49.8 mm a los 84 días de la siembra.

*Figura 2*

*Inicio de botón floral*

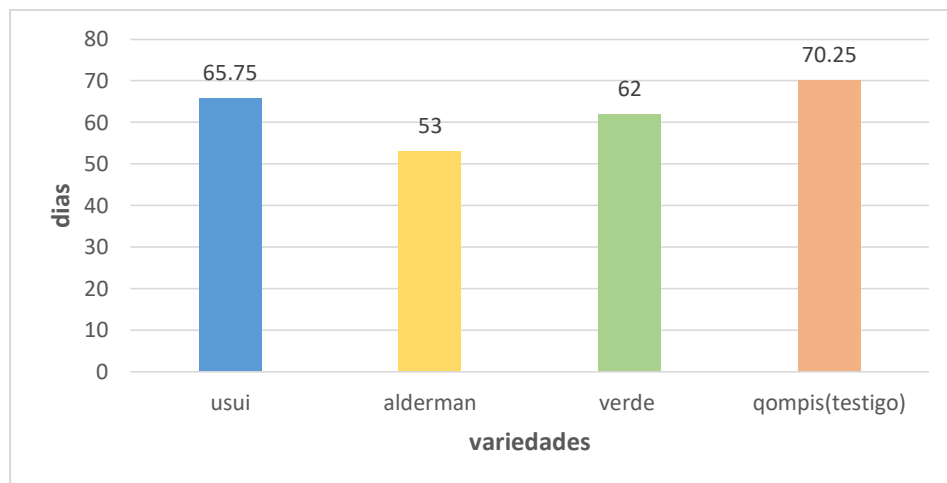


Figura 6

*Pleno botón floral*

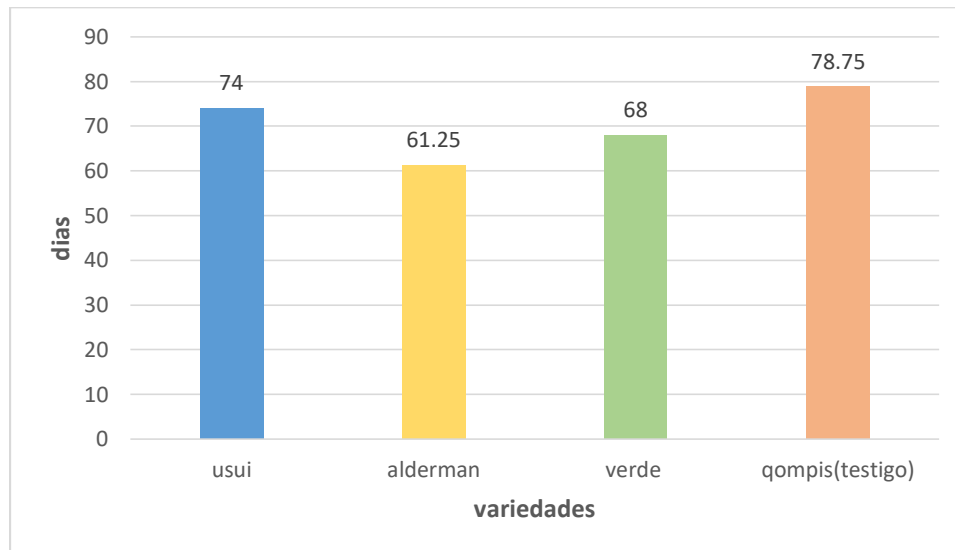
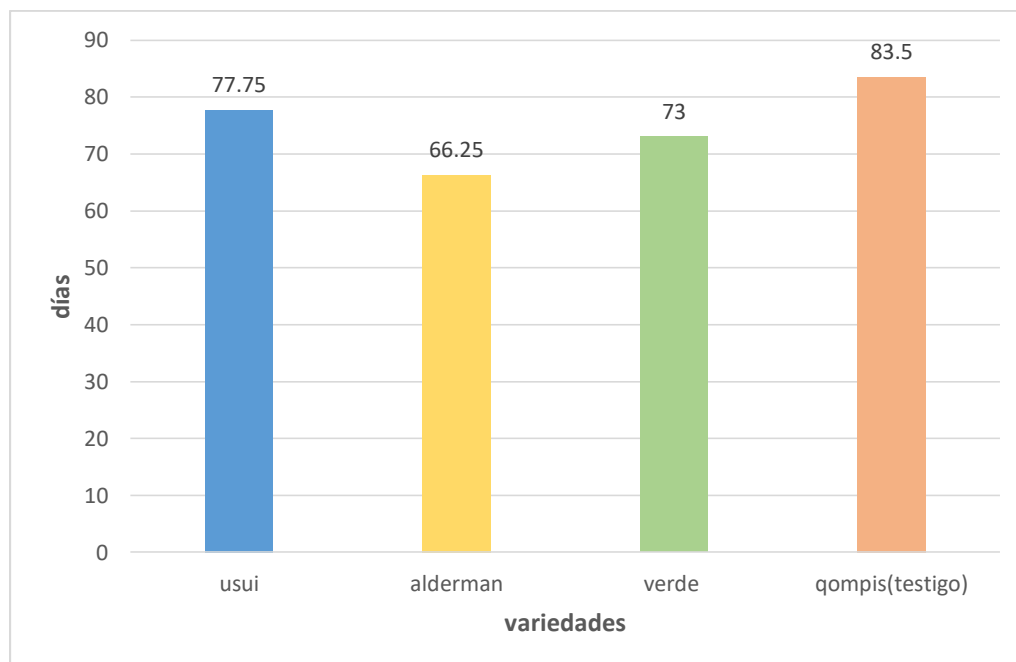


Figura 7

*Final de botón floral*



### **6.1.3. Floración**

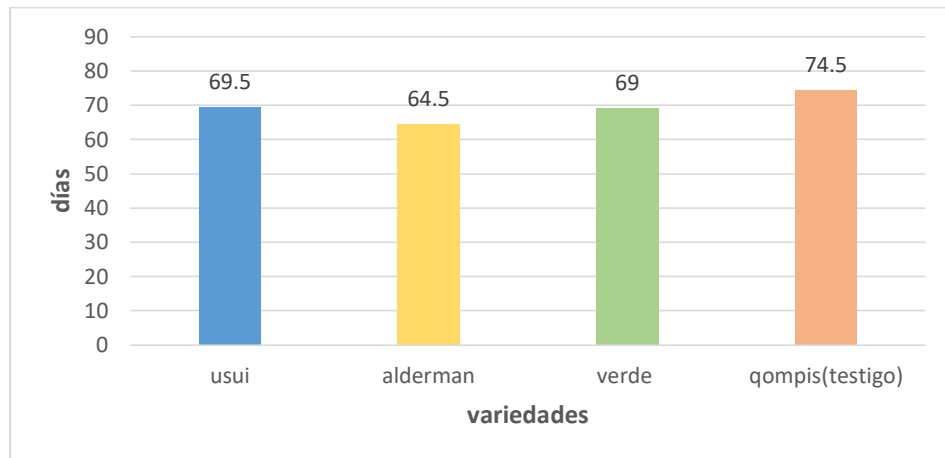
El inicio de la floración fue para la variedad Usui a los 70 días, para el Alderman a los 65 días, para la verde a los 69 días, y para la Q'ompis a los 75 días lo que indica que hubo variaciones en esta fase, durante esta fase la temperatura máxima fue de 24.24 °C, y una temperatura mínima de 7.07 °C con una humedad relativa de 57.89% y una precipitación acumulada de 45. mm luego de 75 días.

La plena floración para la variedad Usui fue a los 81 días para la Alderman a los 70, para la verde a los 74 días, y para la Q'ompis a los 82 días observándose también variaciones importantes, durante esta fase la temperatura máxima fue de 24.23 °C y una temperatura mínima de 7.31 °C, una Humedad relativa de 58.74 % y la precipitación acumulada de 49.8 mm luego de 82 días de la siembra.

La final floración para la variedad Usui fue a los 86 días, para el Alderman a los 74 días, para la verde a los 78 días y para la Q'ompis a los 86 días, observándose notorias diferencias durante esta fase final se produjo una temperatura máxima de 24.23 °C, una temperatura mínima de 7.44°C, con una humedad relativa de 59.23 % y una precipitación acumulada de 50.4 mm a los 86 días de la siembra.

*Figura 8*

*Inicio de floración*



*Figura 9*

*Plena floración*

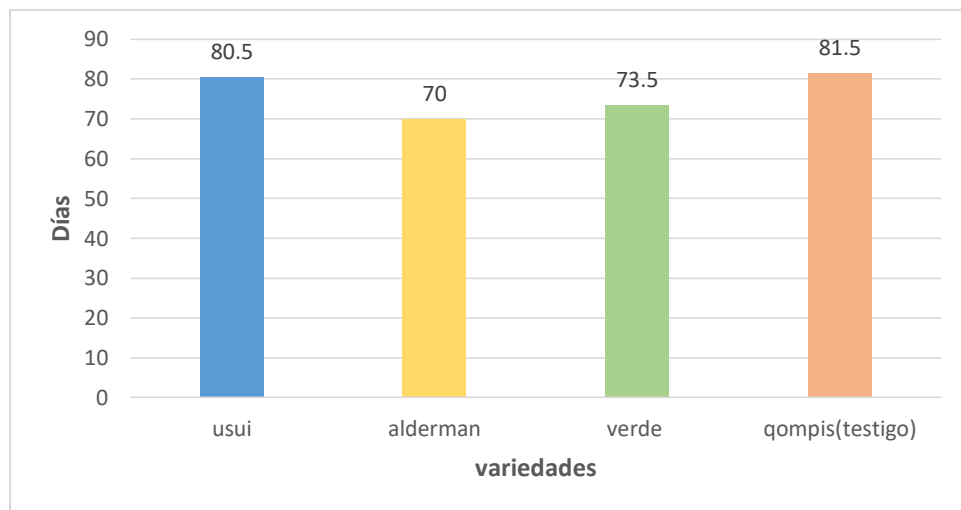
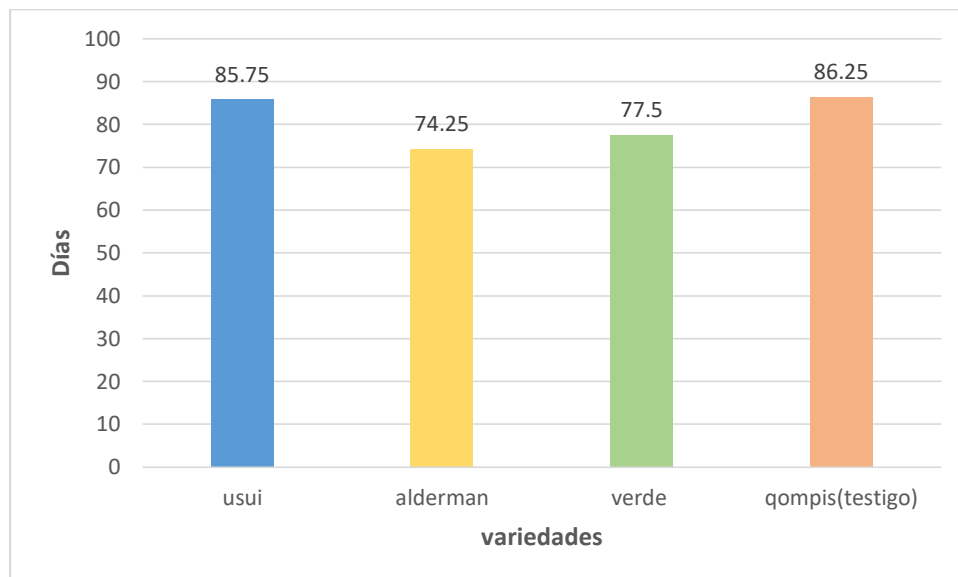


Figura 10

Final de la floración



#### 6.1.4. Formación de vaina

El inicio de la formación de vaina para la variedad Usui fue a los 84 días, para la variedad Alderman a los 69 días, para la verde a los 75 días, y para la Q'ompis a los 91 días lo que indica que hubo variaciones en esta fase, durante esta fase la temperatura máxima fue de 24.24 °C, y una temperatura mínima de 7.26 °C con una humedad relativa de 59.6 % y una precipitación acumulada de 51,8. mm luego de 75 días.

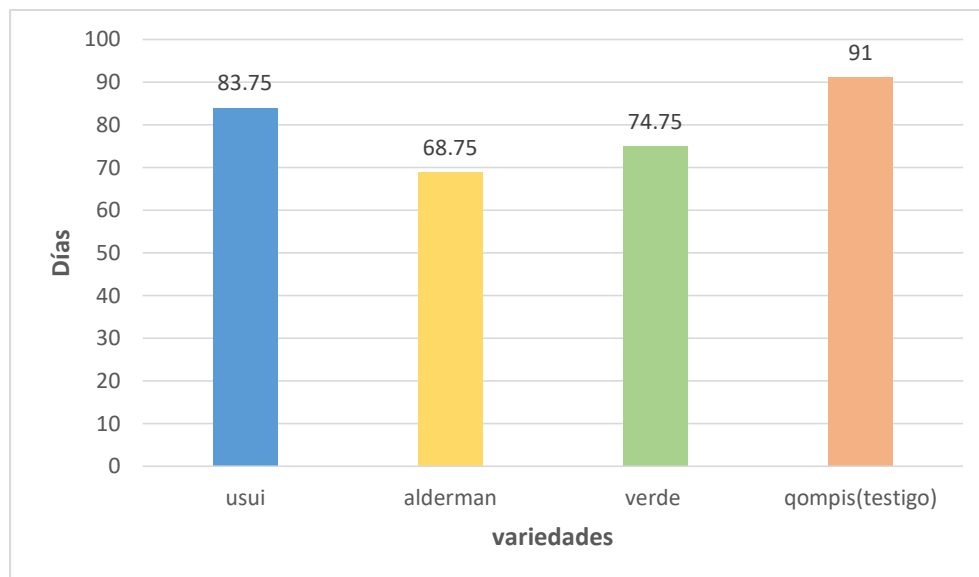
La plena formación de vaina para la variedad Usui fue a los 101 días, para variedad la Alderman a los 74, para la verde a los 79 días, y para la Q'ompis a los 110 días observándose también variaciones más prolongadas, durante esta fase la temperatura máxima fue de 24.04 °C y una temperatura mínima de 7.51 °C, una

Humedad relativa de 62.79 % y la precipitación acumulada de 121.7 mm luego de 110 días de la siembra.

La final formación de vaina para la variedad Usui fue a los 106 días, para la variedad Alderman a los 79 días, para la verde a los 84 días y para la Q'ompis a los 116 días, observándose notorias diferencias, durante esta fase final se produjo una temperatura máxima de 24.11 °C, una temperatura mínima de 7.51°C, con una humedad relativa de 63,38 % y una precipitación acumulada de 177.6 mm a los 116 días de la siembra.

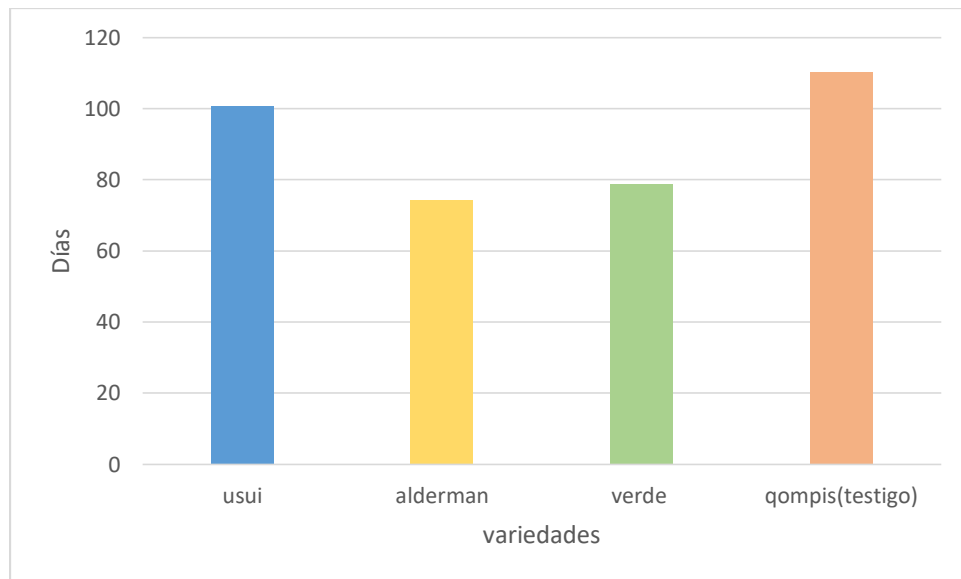
*Figura 11*

*Inicio de formación de vaina*



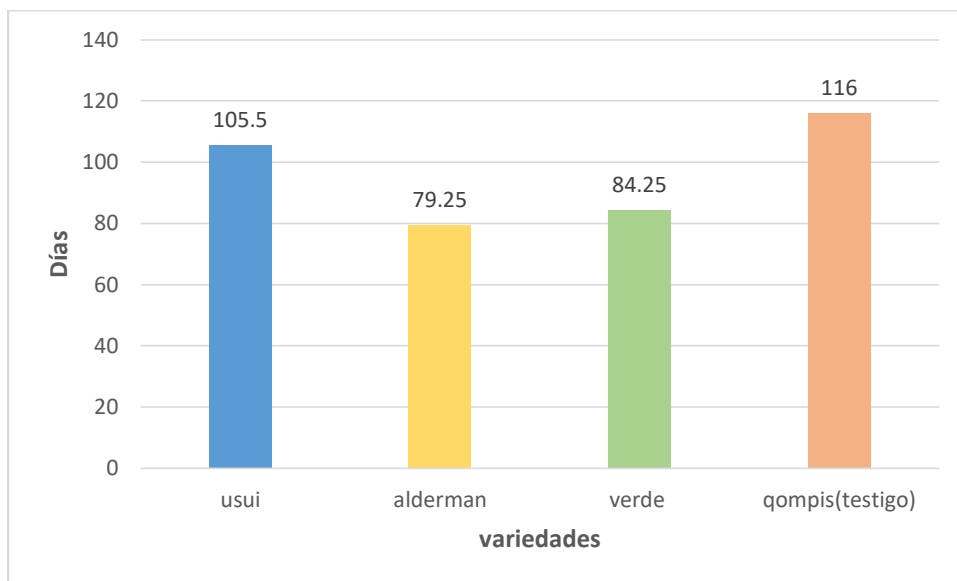
*Figura 12*

*Plena formación de vaina*



*Figura 13*

*Final de la formación de vaina*



#### **6.1.5. Llenado de vainas**

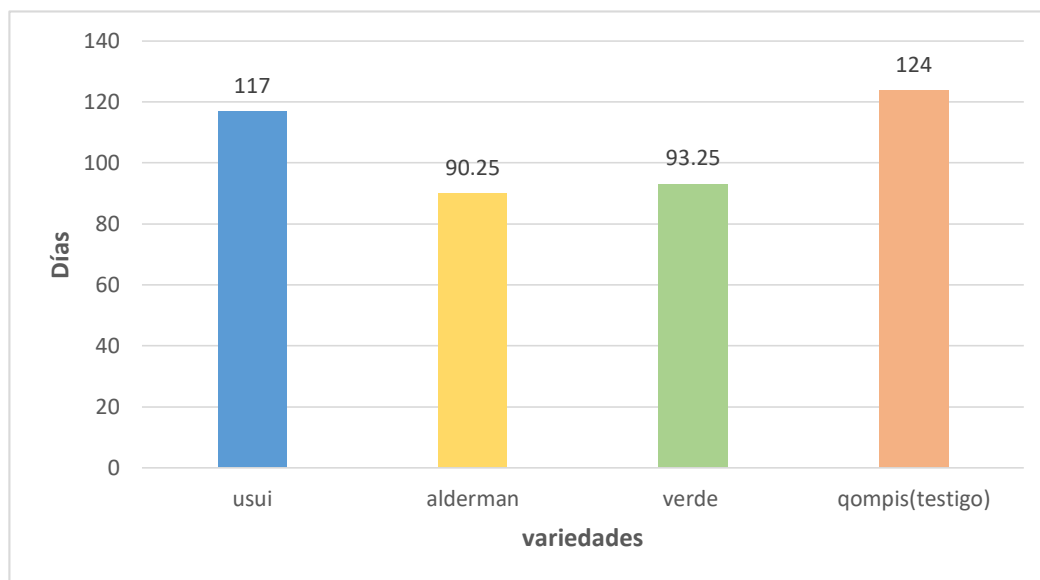
El inicio de llenado de vaina para la variedad Usui fue a los 117 días, para el Alderman a los 90 días, para la verde a los 93 días, y para la Q'ompis a los 124 días lo que indica que la variedad Alderman es la más precoz y la variedad Q'ompis como la más tardía, durante esta fase la temperatura máxima fue de 24.21 °C, y una temperatura mínima de 7.92 °C con una humedad relativa de 64,15 % y una precipitación acumulada de 223.1. mm luego de 124 días de la siembra.

El pleno llenado de vaina para la variedad Usui fue a los 122 días, para la Alderman a los 94, para la verde a los 98 días, y para la Q'ompis a los 131 días observándose también variaciones más prolongadas, durante esta fase la temperatura máxima fue de 24.19 °C y una temperatura mínima de 7,94 °C, una Humedad relativa de 60.12 % y una precipitación acumulada de 225.8 mm luego de 1131 días de la siembra.

El final de llenado de vaina para la variedad Usui fue a los 130 días ,para la Alderman a los 99 días ,para la verde a los 104 días y para la Q'ompis a los 141 días , resultando ser la variedad más precoz la Alderman seguida de la Variedad Verde c, siendo la más tardía la testigo Variedad Q'ompis , durante esta fase final se produjo una temperatura máxima de 24.08 °C, una temperatura mínima de 7.98°C, con una humedad relativa de 61.25 % y una precipitación acumulada de 239.7 mm a los 141 días de la siembra .

*Figura 14*

*Inicio del llenado de vaina*



*Figura 15*

*Pleno llenado de vaina*

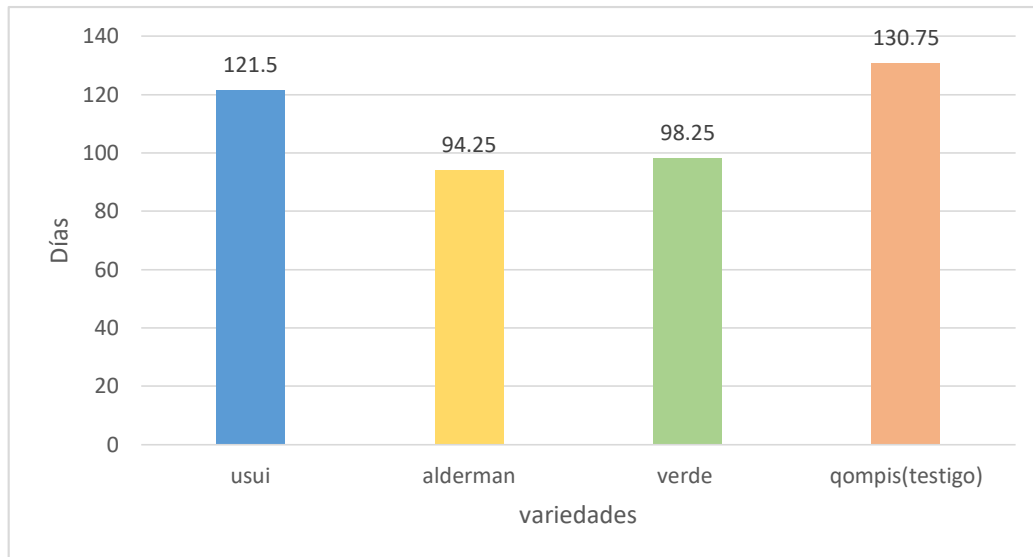
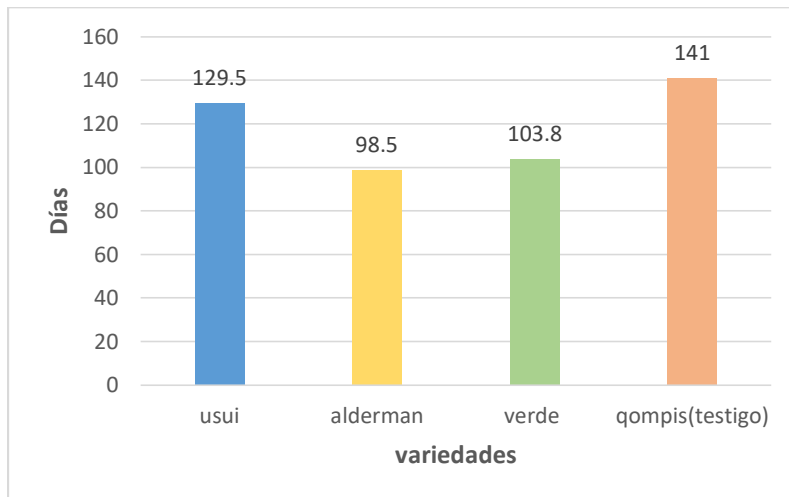


Figura 16

Final de llenado de vaina



## 6.2. Características agronómicas

### 6.2.1. Número de flores por planta

Tabla 7

Resultados de número de flores por planta

| Bloque   | TRATAMIENTOS |        |        |        |
|----------|--------------|--------|--------|--------|
|          | A-1          | A-3    | A-4    | A-2    |
| I        | 21.10        | 27.20  | 62.10  | 47.60  |
| II       | 23.30        | 31.40  | 56.30  | 60.40  |
| III      | 21.20        | 22.90  | 59.60  | 48.40  |
| IV       | 22.40        | 23.30  | 55.10  | 48.70  |
| $\Sigma$ | 88.00        | 104.80 | 233.10 | 205.10 |
| Promedio | 22.00        | 26.20  | 58.28  | 51.28  |

Tabla 8

ANVA de número de flores por planta

| F de V       | GL | SC         | CM         | FC    | FT   |          | SIG |
|--------------|----|------------|------------|-------|------|----------|-----|
|              |    |            |            |       | 0.05 | 0.01     |     |
| Bloques      | 3  | 71.59250   | 23.86416   | 1.77  | 3.86 | 6.99     | NS  |
| Tratamientos | 3  | 3897.10250 | 1299.03416 | 96.56 | 3.86 | 6.99     | **  |
| Error        | 9  | 121.08250  | 13.45361   |       |      |          |     |
| Total        | 15 | 4089.77750 |            |       |      | CV=9.30% |     |

El análisis de varianza para número de flores por planta indica que para bloques no existen diferencias con 99% de probabilidades. Para los tratamientos existen diferencias con 99 % de confianza a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 9.30%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 8).

Tabla 9

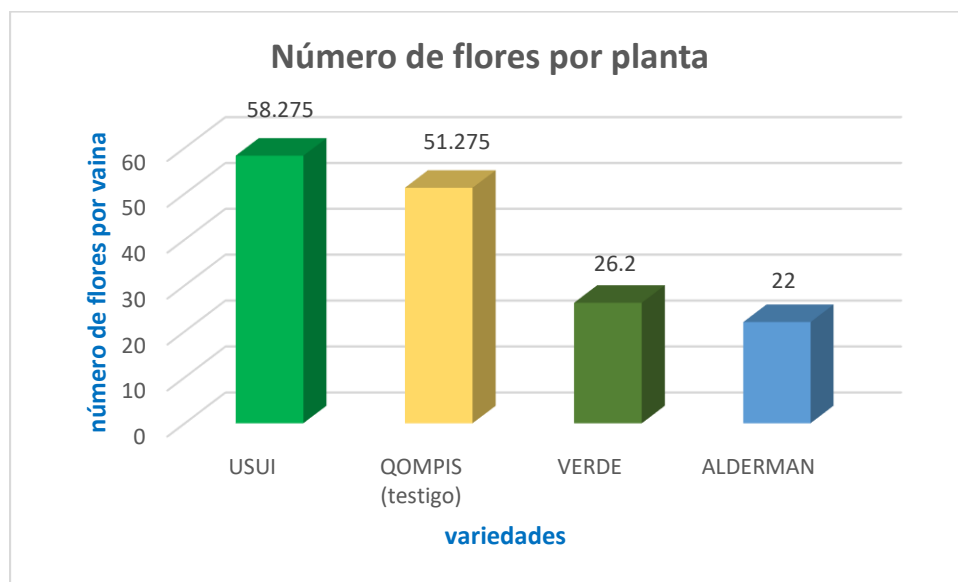
Tukey de número de flores por planta

| OM                               | PROMEDIOS         | TUKEY                             |      |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------|
|                                  |                   | 0.05                              | 0.01 |
| I                                | Usui              | 58.275                            | a    |
| II                               | Q'ompis (testigo) | 51.275                            | a    |
| III                              | Verde             | 26.200                            | c    |
| IV                               | Alderman          | 22.000                            | c    |
| ALS <sub>(T)(0.05)</sub> = 7.739 |                   | ALS <sub>(T)(0.01)</sub> = 10.930 |      |

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que la variedad Usuy con 58.28 flores y la variedad Q'ompis con 51.28 flores por planta, son estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos, así mismo el grupo formado por las variedades Verde y Alderman con 26.20 y 22.00 flores en promedio por planta, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al grupo anterior todo esto con un 99% de probabilidades a favor. (tabla 9 y figura 17).

*Figura 17*

*Número de flores por planta*



Huaman (2022) en su estudio da a conocer los resultados de numero de flores por planta con un maximo de 41.00 flores por planta y en el presente estudio se obtuvo un maximo de 58.28 flores por planta.

### 6.2.2. Altura de planta

Tabla 10

*Resultado de altura de planta*

| Bloque   | TRATAMIENTOS |        |        |        |
|----------|--------------|--------|--------|--------|
|          | A-1          | A-3    | A-4    | A-2    |
| I        | 43.00        | 46.70  | 154.60 | 159.50 |
| II       | 44.70        | 56.60  | 150.90 | 150.60 |
| III      | 46.70        | 47.70  | 159.10 | 155.60 |
| IV       | 50.00        | 43.50  | 155.50 | 157.90 |
| $\Sigma$ | 184.40       | 194.50 | 620.10 | 623.60 |
| Promedio | 46.10        | 48.63  | 155.03 | 155.90 |

Tabla 11

*ANVA de altura de planta*

| F de V       | L  | SC          | CM          | FC     | FT   |          | SIG |
|--------------|----|-------------|-------------|--------|------|----------|-----|
|              |    |             |             |        | 0.05 | 0.01     |     |
| Bloques      | 3  | 6.25250     | 2.08416     | 0.10   | 3.86 | 6.99     | NS  |
| Tratamientos | 3  | 46756.72250 | 15585.57416 | 721.25 | 3.86 | 6.99     | **  |
| Error        | 9  | 194.48250   | 21.60916    |        |      |          |     |
| Total        | 15 | 46957.45750 |             |        |      | CV=4.58% |     |

El análisis de varianza para altura de planta indica que para bloques no existen diferencias con 99% de probabilidades. Para los tratamientos existen diferencias con 99 % de confianza a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 4.58, lo que nos indica la alta confiabilidad de los datos (tabla 11).

*Tabla 12*

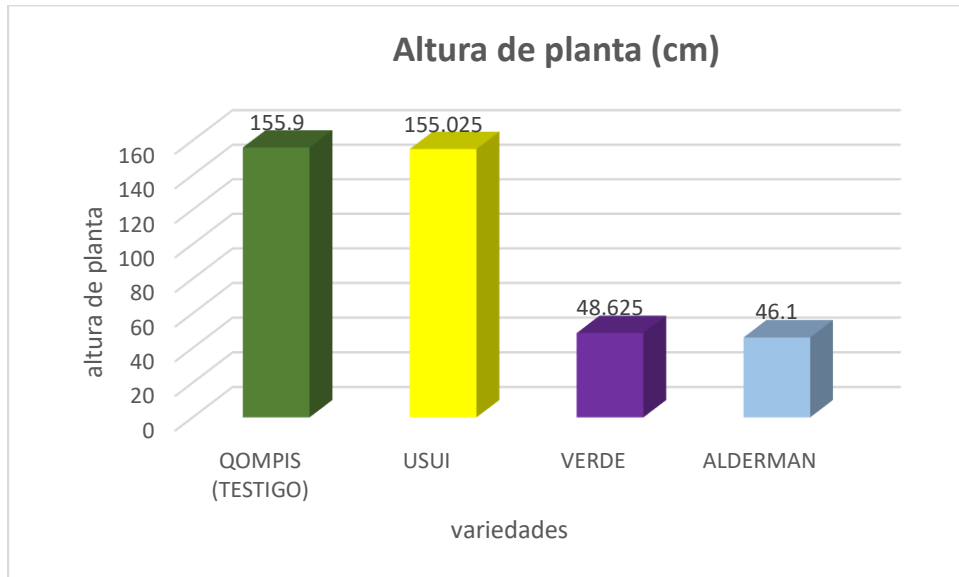
*Tukey de altura de planta*

| OM                               | PROMEDIOS         | TUKEY                             |      |   |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------|---|
|                                  |                   | 0.05                              | 0.01 |   |
| I                                | Q'ompis (testigo) | 155.900                           | a    | a |
| II                               | Usui              | 155.025                           | a    | a |
| III                              | Verde             | 48.625                            | b    | b |
| IV                               | Alderman          | 46.100                            | b    | b |
| ALS <sub>(T)(0.05)</sub> = 9.808 |                   | ALS <sub>(T)(0.01)</sub> = 13.853 |      |   |

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que la variedad Q'ompis con 155.90 cm de altura por planta y la variedad Usuy con 155.03 cm de altura por planta, son estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos, así mismo el grupo formado por las variedades Verde y Alderman con 48.63 y 46.10 cm de altura en promedio por planta, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al grupo anterior todo esto con un 99% de probabilidades a favor. (tabla 12 y figura 18).

Figura 18

Altura de planta



Barzola M. & Hermitaño Y. (2018) en su estudio da a conocer los resultados de altura de planta con un maximo de 98.00 cm, Villarán (1976) reporto una altura máxima de 167.00 cm, Palacios (1997) obtuvo una altura máxima de 108.60 cm y en el presente estudio se obtuvo una altura de planta maxima de 155.90 cm.

### 6.2.3. Número de tallos por planta

Tabla 13

Resultados de número de tallos por planta

| BLOQUE   | TRATAMIENTOS |       |       |       |
|----------|--------------|-------|-------|-------|
|          | A-1          | A-3   | A-4   | A-2   |
| I        | 3.80         | 3.90  | 3.50  | 3.30  |
| II       | 3.30         | 4.10  | 3.40  | 3.50  |
| III      | 3.20         | 3.70  | 3.70  | 3.50  |
| IV       | 3.30         | 3.70  | 3.50  | 3.60  |
| $\Sigma$ | 13.60        | 15.40 | 14.10 | 13.90 |
| PROMEDIO | 3.40         | 3.85  | 3.53  | 3.48  |

Tabla 14

ANVA de número de tallos por planta

| F de V       | GL | SC      | CM      | FC   | Ft   |           | SIG |
|--------------|----|---------|---------|------|------|-----------|-----|
|              |    |         |         |      | 0.05 | 0.01      |     |
| Bloques      | 3  | 0.02750 | 0.00916 | 0.21 | 3.86 | 6.99      | NS  |
| Tratamientos | 3  | 0.47250 | 0.15750 | 3.57 | 3.86 | 6.99      | *NS |
| Error        | 9  | 0.39750 | 0.04416 |      |      |           |     |
| Total        | 15 | 0.89750 |         |      |      | CV=11.78% |     |

El análisis de varianza para número de tallos por planta indica que para bloques no existen diferencias con 99% de probabilidades. Para los tratamientos existen diferencias solo con 95 % de confianza a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 11.78%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos (Tabla 14).

*Tabla 15*

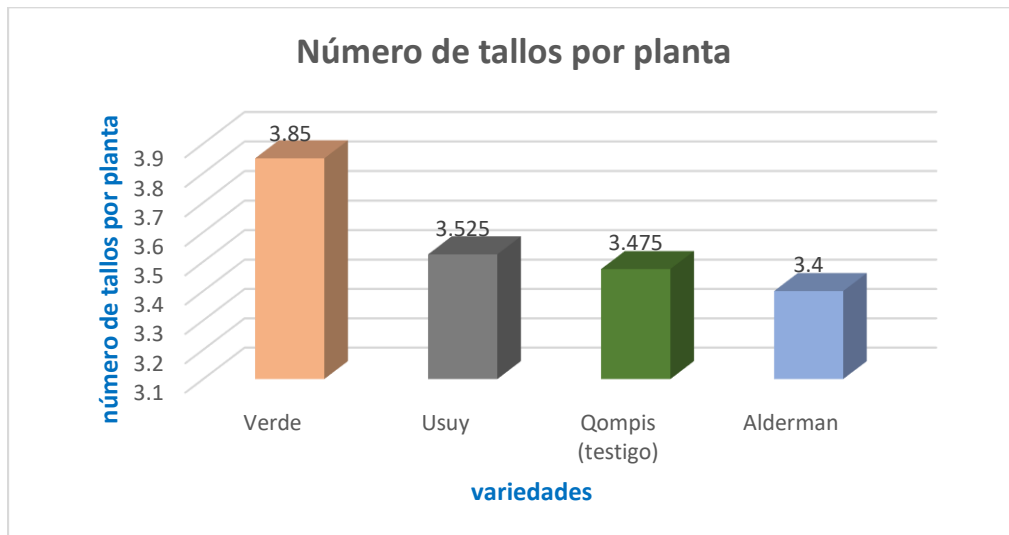
*Tukey de número de tallos por planta*

| OM                               | PROMEDIOS | TUKEY                            |      |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|------|
|                                  |           | 0.05                             | 0.01 |
| I                                | Verde     | 3.850                            | a    |
| II                               | Usuy      | 3.525                            | a b  |
| III                              | Q'ompis   | 3.475                            | a b  |
| IV                               | Alderman  | 3.400                            | b    |
| ALS <sub>(T)</sub> (0.05)= 0.443 |           | ALS <sub>(T)</sub> (0.01)= 0.626 |      |

La prueba de Tukey al 95% de confianza indica que la variedad Verde con 3.85 tallos por planta, la variedad Usuy con 3.53 tallos por planta y Q'ompis con 3.48 tallos por planta, son estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamiento, así mismo el grupo formado por las variedades Usuy, Q'ompis y Alderman con 3.53; 3.48 y 3.40 tallos por planta en promedio, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al grupo anterior todo esto con un 95% de probabilidades a favor. (tabla 15 y figura 19).

Figura 19

Número de tallos por planta



#### 6.2.4. Longitud de vaina (cm)

Tabla 16

Resultados de longitud de vaina (cm)

| Bloque   | TRATAMIENTOS |       |       |       |
|----------|--------------|-------|-------|-------|
|          | A-1          | A-3   | A-4   | A-2   |
| I        | 7.95         | 7.32  | 8.11  | 7.44  |
| II       | 7.95         | 7.07  | 7.88  | 7.30  |
| III      | 8.08         | 7.05  | 7.82  | 7.73  |
| IV       | 8.09         | 6.96  | 8.53  | 7.98  |
| $\Sigma$ | 32.07        | 28.40 | 32.34 | 30.45 |
| Promedio | 8.02         | 7.10  | 8.09  | 7.61  |

Tabla 17

ANVA de longitud de vaina

| F de V       | GL | SC      | CM      | FC    | Ft   |          | SIG |
|--------------|----|---------|---------|-------|------|----------|-----|
|              |    |         |         |       | 0.05 | 0.01     |     |
| Bloques      | 3  | 0.23787 | 0.07929 | 1.63  | 3.86 | 6.99     | NS  |
| Tratamientos | 3  | 2.46652 | 0.82217 | 16.86 | 3.86 | 6.99     | **  |
| Error        | 9  | 0.43897 | 0.04877 |       |      |          |     |
| Total        | 15 | 3.14337 |         |       |      | CV=2.87% |     |

El análisis de varianza para longitud de vainas por planta indica que para bloques no existen diferencias con 99% de probabilidades. Para los tratamientos existen diferencias con 99 % de confianza a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 2.87%, lo que nos indica la alta confiabilidad de los datos (tabla 17).

Tabla 18

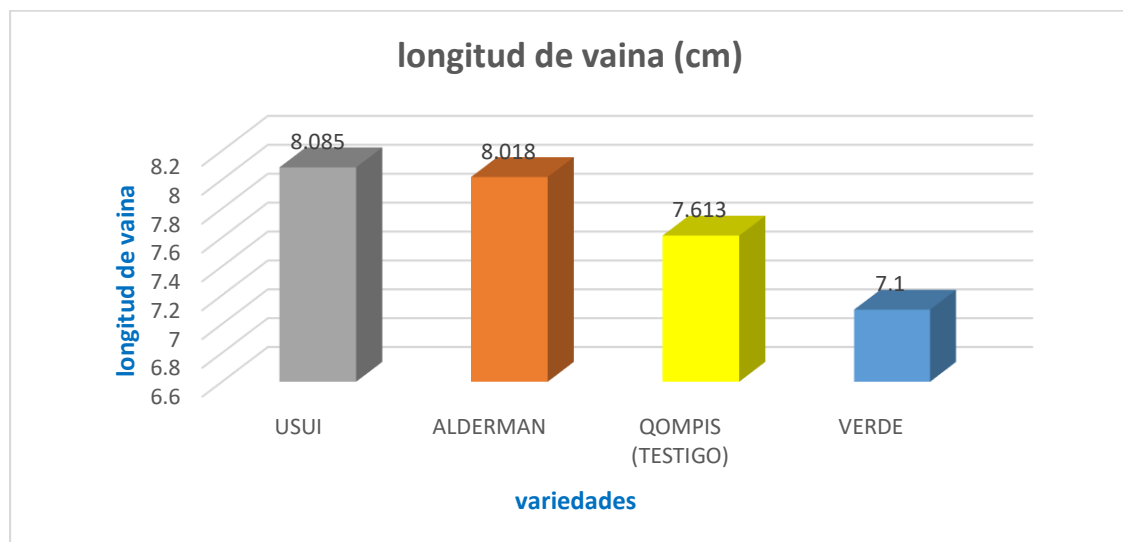
Tukey de longitud de vaina

| OM                               | PROMEDIOS         | TUKEY                            |      |     |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|------|-----|
|                                  |                   | 0.05                             | 0.01 |     |
| I                                | Usui              | 8.085                            | a    | a   |
| II                               | Alderman          | 8.018                            | a b  | a   |
| III                              | Q'ompis (testigo) | 7.613                            | b    | a b |
| IV                               | Verde             | 7.100                            | c    | b   |
| ALS <sub>(T)(0.05)</sub> = 0.466 |                   | ALS <sub>(T)(0.01)</sub> = 0.658 |      |     |

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que la variedad Usuy con 8.09 cm por vaina, la variedad Alderman con 8.02 cm por vaina y Q'ompis con 7.61 cm por vaina, son estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamiento, así mismo el grupo formado por las variedades Q'ompis y Verde con; 7.61 y 7.10 cm por vaina en promedio, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al grupo anterior todo esto con un 99% de probabilidades a favor. (tabla 18 y figura 20)

*Figura 20*

*Longitud de vaina (cm)*



Huaman (2022) en su estudio da a conocer los resultados de longitud de vaina con un máximo de 7.27 cm, mientras que Barzola M. & Hermitaño Y. (2018) reportaron un máximo de 9.50 cm y en el presente estudio se obtuvo un máximo de 8.09 cm de longitud de vaina.

### 6.2.5. Longitud de raíz (cm)

Tabla 19

Resultados de longitud de raíz

| Bloque   | TRATAMIENTOS |       |        |        |
|----------|--------------|-------|--------|--------|
|          | A-1          | A-3   | A-4    | A-2    |
| I        | 32.32        | 24.43 | 35.53  | 36.38  |
| II       | 28.62        | 22.27 | 36.27  | 38.51  |
| III      | 27.62        | 25.67 | 35.66  | 37.95  |
| IV       | 25.06        | 23.87 | 36.31  | 40.33  |
| $\Sigma$ | 113.62       | 96.24 | 143.77 | 153.17 |
| Promedio | 28.41        | 24.06 | 35.94  | 38.29  |

Tabla 20

ANVA para longitud de raíz

| F de V       | GL | SC        | CM        | FC    | Ft   |          | SIG |
|--------------|----|-----------|-----------|-------|------|----------|-----|
|              |    |           |           |       | 0.05 | 0.01     |     |
| Bloques      | 3  | 1.55485   | 0.51828   | 0.12  | 3.86 | 6.99     | NS  |
| Tratamientos | 3  | 522.73595 | 174.24531 | 39.15 | 3.86 | 6.99     | **  |
| Error        | 9  | 40.05900  | 4.45100   |       |      |          |     |
| Total        | 15 | 564.34980 |           |       |      | CV=6.66% |     |

El análisis de varianza para longitud de raíz por planta indica que para bloques no existen diferencias con 99% de probabilidades. Para los tratamientos existen diferencias con 99 % de confianza a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 6.66 %, lo que nos indica la alta confiabilidad de los datos (tabla 20)

*Tabla 21*

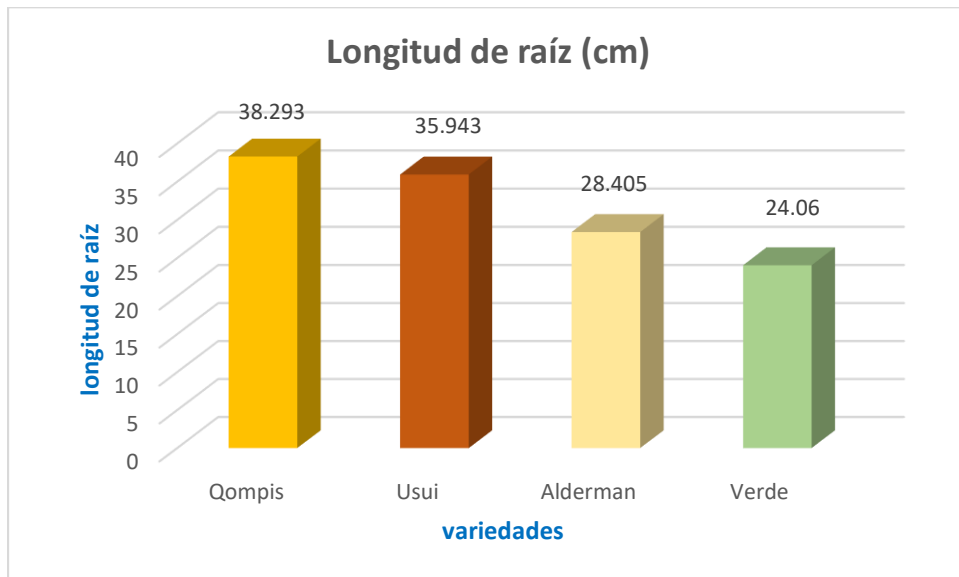
*Tukey para longitud de raíz*

| OM                               | PROMEDIOS |                                   | TUKEY |      |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-------|------|
|                                  |           |                                   | 0.05  | 0.01 |
| I                                | Q'ompis   | 38.293                            | a     | a    |
| II                               | Usui      | 35.943                            | a     | a    |
| III                              | Alderman  | 28.405                            | b     | b    |
| IV                               | Verde     | 24.060                            | b     | b    |
| ALS <sub>(T)(0.05)</sub> = 8.219 |           | ALS <sub>(T)(0.01)</sub> = 11.608 |       |      |

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que la variedad Q'ompis con 38.29 cm de raíz y la variedad Usuy con 35.94 cm de raíz, son estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos, así mismo el grupo formado por las variedades Alderman y Verde con 28.41 y 24.06 cm de raíz en promedio, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al grupo anterior todo esto con un 99% de probabilidades a favor. (tabla 21 y figura 21).

Figura 21

Longitud de raíz (cm)



Huaman (2022) en su estudio da a conocer los resultados de longitud de raíz con un máximo de 10.22 cm y en el presente estudio se obtuvo un máximo de 38.29 cm de longitud de raíz.

### 6.3. Rendimiento

#### 6.3.1. Rendimiento en toneladas por hectárea

Tabla 22

Resultado de rendimiento en toneladas por hectárea

| BLOQUE   | TRATAMIENTOS |       |       |       |
|----------|--------------|-------|-------|-------|
|          | A-1          | A-3   | A-4   | A-2   |
| I        | 4.46         | 3.51  | 10.26 | 7.38  |
| II       | 4.64         | 3.61  | 9.21  | 8.56  |
| III      | 4.48         | 3.15  | 11.97 | 7.14  |
| IV       | 4.59         | 3.12  | 10.29 | 8.26  |
| $\Sigma$ | 18.16        | 13.39 | 41.73 | 31.34 |
| Promedio | 4.54         | 3.35  | 10.43 | 7.83  |

Tabla 23

ANVA para rendimiento en toneladas por hectárea

| F de V       | GL | SC        | CM       | FC    | Ft   |           | SIG |
|--------------|----|-----------|----------|-------|------|-----------|-----|
|              |    |           |          |       | 0.05 | 0.01      |     |
| Bloques      | 3  | 0.165693  | 0.05523  | 0.09  | 3.86 | 6.99      | NS  |
| Tratamientos | 3  | 124.10959 | 41.36986 | 69.47 | 3.86 | 6.99      | **  |
| Error        | 9  | 5.35930   | 0.59547  |       |      |           |     |
| Total        | 15 | 129.63459 |          |       |      | CV=11.80% |     |

El análisis de varianza para rendimiento de grano en toneladas por hectárea, indica que para bloques no existen diferencias con 99% de confianza. Para los tratamientos existen diferencias con 99 % de confianza a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 11.80%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 23)

*Tabla 24*

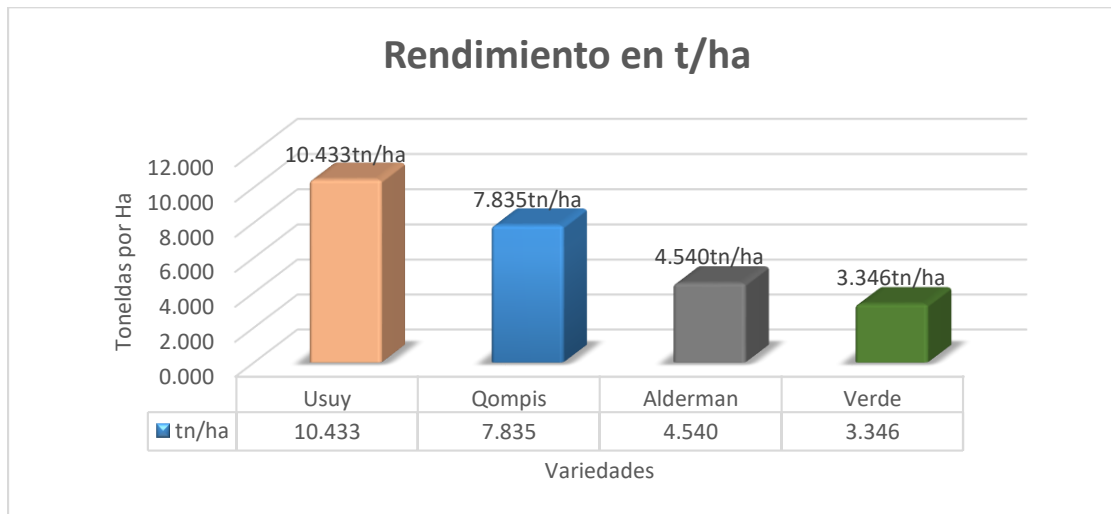
*Tukey para rendimiento de grano en toneladas por hectárea*

| OM                               | PROMEDIOS (t/ha) |                                  | TUKEY |      |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|-------|------|
|                                  |                  |                                  | 0.05  | 0.01 |
| I                                | Usuy             | 10.433                           | a     | a    |
| II                               | Q'ompis          | 7.835                            | b     | b    |
| III                              | Alderman         | 4.540                            | c     | c    |
| IV                               | Verde            | 3.346                            | c     | c    |
| ALS <sub>(T)</sub> (0.05)= 1.628 |                  | ALS <sub>(T)</sub> (0.01)= 2.300 |       |      |

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que la variedad Usuy con 10.433 t/ha de grano, es estadísticamente superior al resto de tratamientos, así mismo la variedad Q'ompis con 7.835 t/ha, es estadísticamente inferior a la variedad Usuy y superior al resto de tratamientos, finalmente el grupo formado por las variedades Alderman y Verde cuyos promedios son 4.540 y 3.346 t/ha respectivamente, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al resto de tratamientos, todo esto con un 99% de confianza. (tabla 24 y figura 22)

Figura 22

Rendimiento en t/ha



Huaman (2022) en su estudio obtuvo un rendimiento máximo de 14.55 t/ha, mientras que Barzola M. & Hermitaño Y. (2018) reportaron un máximo de 10.31 t/ha, Arevalo (2019) reportó un máximo de 11.67 t/ha y en el presente estudio se obtuvo un máximo de 10.43 t/ha de rendimiento.

### 6.3.2. Rendimiento en gramos por planta

Tabla 25

Resultado de rendimiento en gramos por planta

| BLOQUE   | TRATAMIENTOS |        |         |        |
|----------|--------------|--------|---------|--------|
|          | A-1          | A-3    | A-4     | A-2    |
| I        | 111.10       | 85.80  | 282.10  | 174.10 |
| II       | 120.50       | 89.70  | 258.50  | 230.70 |
| III      | 110.60       | 80.20  | 314.10  | 200.60 |
| IV       | 115.60       | 78.00  | 251.50  | 209.30 |
| $\Sigma$ | 457.80       | 333.70 | 1106.20 | 814.70 |
| Promedio | 114.45       | 83.43  | 276.55  | 203.68 |

Tabla 26

ANVA para rendimiento en gramos por planta

| F de V       | GL | SC          | CM          | FC    | FT   |           | SIG |
|--------------|----|-------------|-------------|-------|------|-----------|-----|
|              |    |             |             |       | 0.05 | 0.01      |     |
| Bloques      | 3  | 597.78500   | 199.26166   | 0.500 | 3.86 | 6.99      | NS  |
| Tratamientos | 3  | 92268.15500 | 30756.05166 | 77.08 | 3.86 | 6.99      | **  |
| Error        | 9  | 3591.27000  | 399.03000   |       |      |           |     |
| Total        | 15 | 96457.21000 |             |       |      | CV=11.78% |     |

El análisis de varianza para rendimiento de grano por planta indica que para bloques no existen diferencias con 99% de probabilidades. Para los tratamientos existen diferencias con 99 % de confianza favor. El coeficiente de variabilidad fue de 11.78%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 26).

Tabla 27

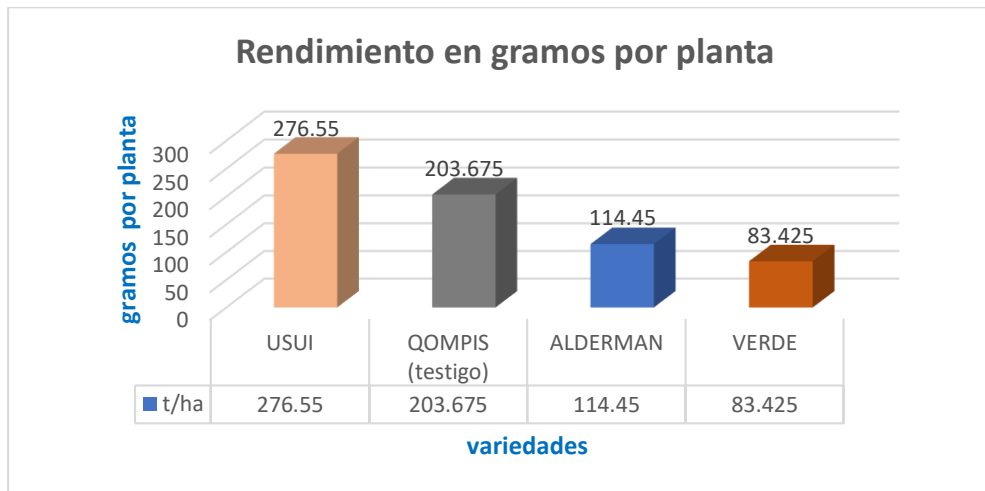
*Tukey para rendimiento en gramos por planta*

| OM                         | PROMEDIOS         | TUKEY                      |        |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|--------|
|                            |                   | 0.05                       | 0.01   |
| I                          | Usui              | 276.550                    | a      |
| II                         | Q'ompis (testigo) | 203.675                    | b      |
| III                        | Alderman          | 114.450                    | c      |
| IV                         | Verde             | 83.425                     | c      |
| ALS <sub>(T)(0.05)</sub> = | 42.149            | ALS <sub>(T)(0.01)</sub> = | 59.528 |

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que la variedad Usui con 276.550 gr/planta, es estadísticamente superior al resto de tratamientos, así mismo la variedad Q'ompis con 203.675 gr/planta, es estadísticamente inferior a la variedad Usui y superior al resto de tratamientos, finalmente el grupo formado por las variedades Alderman y Verde cuyos promedios son 114.450 y 83.425 gr/planta respectivamente, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al resto de tratamientos, todo esto con un 99% de probabilidades a favor. (tabla 27 y figura 23)

Figura 23

Rendimiento en gramos por planta



Huaman (2022) en su estudio obtuvo un rendimiento por planta máximo de 84.00 g, mientras que Barzola M. & Hermitaño Y. (2018) reportaron un máximo de 330.00 g, Arevalo (2019) reportó un máximo de 175.00 g y en el presente estudio se obtuvo un máximo de 276.55 g de rendimiento por planta.

### 6.3.3. Número de vainas por planta

Tabla 28

Resultado de número de vainas por planta

| BLOQUE   | TRATAMIENTOS |       |        |        |
|----------|--------------|-------|--------|--------|
|          | A-1          | A-3   | A-4    | A-2    |
| I        | 18.80        | 23.50 | 53.20  | 39.40  |
| II       | 20.70        | 26.90 | 48.70  | 54.20  |
| III      | 18.30        | 19.70 | 53.50  | 42.00  |
| IV       | 17.04        | 20.70 | 44.60  | 39.70  |
| $\Sigma$ | 74.84        | 90.80 | 200.00 | 175.30 |
| Promedio | 18.71        | 22.70 | 50.00  | 43.83  |

Tabla 29

ANVA para número de vaina por planta

| F de V       | GL | SC         | CM        | FC    | Ft   |           | SIG |
|--------------|----|------------|-----------|-------|------|-----------|-----|
|              |    |            |           |       | 0.05 | 0.01      |     |
| Bloques      | 3  | 102.56267  | 34.18755  | 2.25  | 3.86 | 6.99      | NS  |
| Tratamientos | 3  | 2855.43367 | 951.81122 | 62.73 | 3.86 | 6.99      | **  |
| Error        | 9  | 136.55002  | 15.17222  |       |      |           |     |
| Total        | 15 | 3094.54637 |           |       |      | CV=11.52% |     |

El análisis de varianza para número de vainas por planta indica que para bloques no existen diferencias con 99% de probabilidades. Para los tratamientos existen diferencias con 99 % de confianza a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 11.52%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 29)

*Tabla 30*

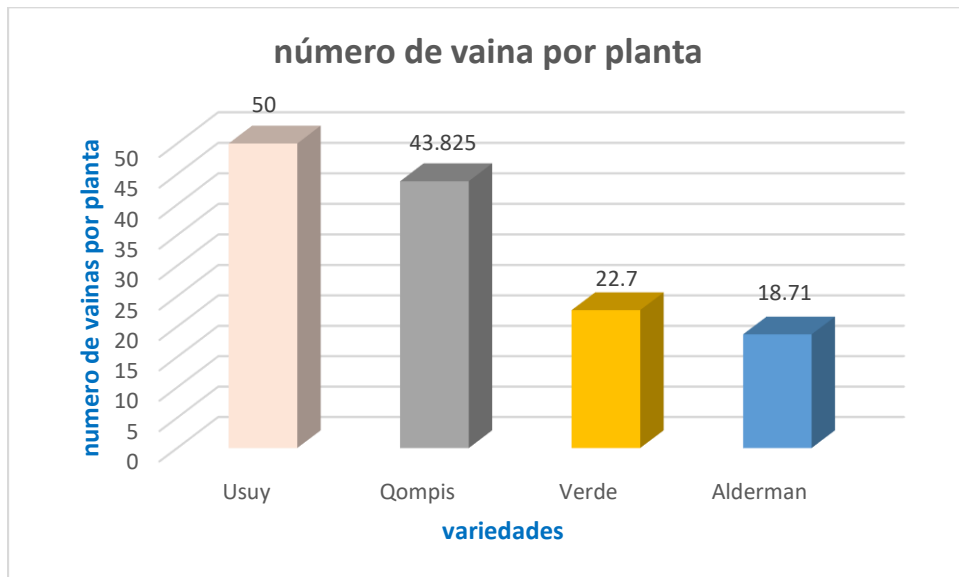
*Tukey para número de vainas por planta*

| OM                         | PROMEDIOS |        | TUKEY                             |      |
|----------------------------|-----------|--------|-----------------------------------|------|
|                            |           |        | 0.05                              | 0.01 |
| I                          | Usuy      | 50.000 | a                                 | a    |
| II                         | Q'ompis   | 43.825 | a                                 | a    |
| III                        | Verde     | 22.700 | b                                 | b    |
| IV                         | Alderman  | 18.710 | b                                 | b    |
| ALS <sub>(T)</sub> (0.05)= |           | 8.219  | ALS <sub>(T)</sub> (0.01)= 11.608 |      |

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que la variedad Usuy con 50 vainas por planta y la variedad Q'ompis con 43.83 vainas por planta, son estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos, así mismo el grupo formado por las variedades Verde y Alderman con 22.70 y 18.71 vainas por planta en promedio, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al grupo anterior todo esto con un 99% de probabilidades a favor. (tabla 30 y figura 24)

Figura 24

Número de vaina por planta



Huaman (2022) en su estudio obtuvo un máximo de 35.00 vainas por planta, mientras que Barzola M. & Hermitaño Y. (2018) reportaron un máximo de 44.54 vainas, Arevalo (2019) reportó un máximo de 34.74 vainas y en el presente estudio se obtuvo un máximo de 50.00 vainas por planta.

### 6.3.4. Numero de granos por vaina

Tabla 31

Resultado de numero de granos por vaina

| BLOQUE   | TRATAMIENTOS |       |       |       |
|----------|--------------|-------|-------|-------|
|          | A-1          | A-3   | A-4   | A-2   |
| I        | 7.02         | 6.22  | 6.22  | 5.82  |
| II       | 7.22         | 6.24  | 6.10  | 5.88  |
| III      | 7.36         | 5.64  | 6.34  | 5.82  |
| IV       | 7.44         | 6.80  | 6.52  | 6.00  |
| $\Sigma$ | 29.04        | 24.90 | 25.18 | 23.52 |
| Promedio | 7.26         | 6.23  | 6.30  | 5.88  |

Tabla 32

ANVA para número de granos por vaina

| F de V       | GL | SC      | CM      | FC    | Ft   |          | SIG |
|--------------|----|---------|---------|-------|------|----------|-----|
|              |    |         |         |       | 0.05 | 0.01     |     |
| Bloques      | 3  | 0.41320 | 0.13773 | 2.59  | 3.86 | 6.99     | NS  |
| Tratamientos | 3  | 4.20300 | 1.40100 | 26.30 | 3.86 | 6.99     | **  |
| Error        | 9  | 0.47940 | 0.05326 |       |      |          |     |
| Total        | 15 | 5.09560 |         |       |      | CV=3.60% |     |

El análisis de varianza para número de granos por planta indica que para bloques no existen diferencias con 99% de probabilidades. Para los tratamientos existen diferencias con 99 % de confianza a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 3.60%, lo que nos indica la alta confiabilidad de los datos (tabla 32)

*Tabla 33*

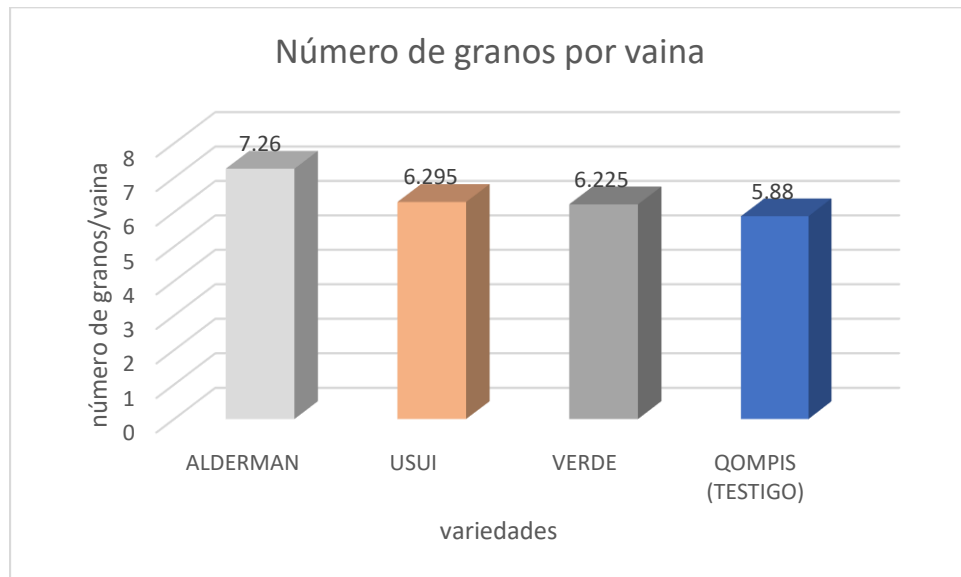
*Tukey para número de granos por vaina*

| OM                               | PROMEDIOS         | TUKEY                            |      |   |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|------|---|
|                                  |                   | 0.05                             | 0.01 |   |
| I                                | Alderman          | 7.260                            | a    | a |
| II                               | Usui              | 6.295                            | b    | b |
| III                              | Verde             | 6.225                            | b    | b |
| IV                               | Q'ompis (testigo) | 5.880                            | b    | b |
| ALS <sub>(T)(0.05)</sub> = 0.487 |                   | ALS <sub>(T)(0.01)</sub> = 0.688 |      |   |

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que la variedad Alderman con 7.26 granos por vaina, es estadísticamente superior al resto de tratamiento, así mismo el grupo formado por las variedades Usuy, Verde y Q'ompis con; 6.30; 6.23 y 5.88 granos por vaina en promedio, son estadísticamente iguales entre si e inferiores a la variedad Alderman todo esto con un 99% de confianza a favor. (tabla 33 y figura 25).

Figura 25

Número de granos por vaina.



Huaman (2022) en su estudio obtuvo un máximo de 7.00 granos por vaina y en el presente estudio se obtuvo un máximo de 7.26 granos por vaina.

## **VII. CONCLUSIÓN**

De acuerdo a los objetivos propuestos en el siguiente trabajo se presentan las siguientes conclusiones.

### **SOBRE LA FENOLOGIA**

#### **Emergencia**

El inicio de emergencia se produjo a los 12 a 13 días, la plena a los 15 a 16 días y la final a los 18 a 19 días observándose ligeras diferencias en los tratamientos, durante esta fase de emergencia la temperatura alcanzo un máximo 25.48 °C, una mínima de 3,9 °C, una HR 54,86 % con presencia de precipitaciones alcanzando un total de 7.5 mm lo que favoreció la emergencia de las semillas.

#### **Botón floral**

El inicio de botón floral se produjo a los 53 y 70 días, la plena a los 61 y 79 días y la final a los 66 y 84 días, siendo la variedad Alderman la más precoz y la más tardía la variedad Q'ompis observándose ligeras diferencias en los tratamientos, durante esta fase de botón floral, la temperatura alcanzo un máximo 24.24 °C, una mínima de 6.9 °C, una HR 59.05 %. con presencia de precipitaciones alcanzando un total de 49.8 mm. lo que favoreció el desarrollo de esta fase.

#### **Floración**

El inicio de la floración se produjo a los 65 y 75 días, la plena a los 70 y 82 días y la final a los 74 y 86 días, siendo la variedad Alderman la más precoz con 65 días y las

más tardías la Q'ompis y la Usui a los 86 días durante esta fase de floración la temperatura alcanzo un máximo de, 24.23 °C. una mínima de 7.07 °C, una HR 57.89% con presencia de precipitaciones alcanzando un total de 50.40 mm.

### **Formación de vainas**

El inicio de la formación de vaina se produjo a los 69 y 91 días, la plena a los 74 y 110 días y la final a los 79 y 116 días, siendo la variedad Alderman la más precoz con 69 días y las más tardías la Q'ompis con 116 días y la Usui 106 días durante esta fase de floración la temperatura alcanzo un máximo de, 24.24 °C. una mínima de 7.26 °C, una HR 59.6% con presencia de precipitaciones alcanzando un total de 177.6 mm luego de 116 días de la siembra.

### **Llenado de vaina**

El inicio de llenado de vainas en verde se produjo entre los 90 y 124 días, la plena entre los 94 y 124 y la final entre los 99 y 141 días, siendo la variedad Alderman la más precoz con 94 días y las más tardías la Q'ompis con 140 y la Usui con 130 días durante esta fase de llenado de vaina, la temperatura alcanzo un máximo de, 24.08 °C. una mínima de 7.94 °C, una HR 60.12 % con presencia de precipitaciones alcanzando un total 239.7 mm a los 141 días de la siembra.

## **DEL COMPORTAMIENTO AGRONOMICO**

### **Número de flores por planta**

De acuerdo a los análisis estadísticos la variedad Usuy con 58.28 flores y la variedad Q'ompis con 51.28 flores por planta, fueron las que obtuvieron un mayor número de flores siendo la variedad Verde con flores 26.20 y la Alderman con 22.00 flores las que obtuvieron un menor número de flores.

### **Altura de planta**

Se concluye que la variedad Q'ompis con 155.90 cm de altura de por planta y la variedad Usuy con 155.03 cm de altura de planta, son las que obtuvieron una mayor altura siendo las variedades Verde con 48.63 cm y la Alderman con 46.10 cm de altura como las de menor tamaño.

### **Número de tallos por planta**

Resultó que la variedad Verde con 3.85 tallos por planta es la que obtuvo un mayor número de tallos, siendo la variedad Usuy con 3.53 tallos por planta, la Q'ompis con 3.48 tallos por planta y la Alderman con 3.40 tallos por planta las que obtuvieron un menor número de tallos.

### **Longitud de vaina**

Se concluye que la variedad Usuy con 8.09 cm de longitud de vaina, la Alderman con 8.02 cm mostraron una mayor longitud de vaina, siendo las variedades Q'ompis con 7.61 cm y la Verde con 7.10 cm las que lograron una menor longitud de vaina.

### **Longitud de raíz**

Se concluye que la variedad Q'ompis con 38.29 cm de raíz y la variedad Usuy con 35.94 cm de raíz, tienen la mayor longitud de raíz, siendo la variedad Alderman con 28,41 cm y la variedad Verde con 24.06 cm como las de menor longitud de raíz.

### **DEL RENDIMIENTO**

#### **Rendimiento en toneladas por hectárea**

La variedad Usuy con 10.433 tn/ha de vainas en verde, es estadísticamente superior a todos los tratamientos seguido de la variedad Q'ompis con 7.835 tn/ha siendo las variedades Alderman con 4.540 tn/ha y la variedad Verde con 3.346 tn/ha como las de menor rendimiento.

#### **Rendimiento en gramos por planta**

La variedad Usuy con 276.550 gr/planta, es la que obtuvo un mayor rendimiento en gramos por planta seguido de la variedad Q'ompis con 203.675 gr/planta, de tratamientos, finalmente el grupo formado por las variedades Alderman con 114,450 gr/planta y la Verde con 83.425 gr/planta. las que obtuvieron un menor rendimiento en gramos por planta.

#### **Numero de vainas por planta**

Se concluye que la Variedad Usuy y la Variedad Q'ompis con 50 vainas y 44 vainas respectivamente, son superiores a la variedad Verde y la Variedad Alderman con 23 y 19 vainas respectivamente.

### **Numero de granos por vaina**

Se concluye que la variedad Alderman con 7.26 granos por vaina, es superior a las variedades Usuy, Verde y Q'ompis con; 6.30; 6.23 y 5.88 granos por vaina en promedio.

## **VIII. SUGERENCIAS**

1. Realizar trabajos de investigación utilizando diferentes niveles de fertilización.
2. Promover trabajos de investigación en densidad de siembra con más variedades.
3. Trabajar la variedad usui por tener mayor rendimiento.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Anchivilca Rojas, G. H. (2018). Abonamiento Orgánico Y Fertilización NPK en arveja verde (*Pisum sativum* L.) cv. Rondo, bajo riego por goteo Entupicocha, HUAROCHIRÍ. (*tesis de pre grado*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.
- Aricochea Muñoz, P. (2022). Análisis de la rentabilidad económica en la comercialización de arveja en vaina verde (*Pisum sativum* L.) en la provincia de Acobamba-Huancavelica. ( *tesis pre grado*). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Arevalo. (2020). "Evaluacion de un biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.)Var. Quantum". Cevallos - Ecuador.
- Arosi Cordero, D. F. (2020). *Rendimiento en grano seco de líneas promisorias en Arveja (*Pisum sativum* L.) en el Valle del Mantaro*. LIMA.
- Barzola, M., & Hermitaño, Y. (2018). *Evaluación de rendimiento de variedades comerciales de grano fresco de arveja (*pisum sativum* l.), en el Distrito de Paucartambo–Pasco (Doctoral dissertation, Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco., Pasco. Perú. Recuperado de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1423/1/T026\\_46708444\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1423/1/T026_46708444_T.pdf).
- Biblioteca Práctica y Ganadería. (1998). *Práctica de cultivos II*. Barcelona – España.: Edit. Océano.

- Caicedo, C., & Peralta, E. (1999). *Chocho, frejol y arveja, leguminosas de grano comestible con un gran mercado potencial en Ecuador*. Quito, Ecuador: INIAP, Archivo Historico.
- Camarena, F., & Huaringa, A. (2008). *Manual del cultivo de arveja*. Lima-Perú.
- Camarena, M. A. (2003). *Manual del Cultivo de arveja. Universidad Nacional Agraria La Molina, Caritas Diocesana Huancavelica, Fondo Ítalo Peruano, 1ra. Edic.* Lima-Peru: Edit. Agraf S.R.L.
- Caritas del Perú. (2003). *Manual del cultivo de la arveja. Caritas*. Lima – Perú.: Edit. LA MOLINA.
- Caritas del Perú. (2007). *Cultivo de la arveja en la sierra. Grafica Filadelfia E.I.R.L.* Huancavelica – Perú.
- Faiguenbaum, H. (1993). *Cultivo de arveja. En: H. Faiguenbaum (ed.). Curso: Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce. P. U. Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Depto. de Ciencias Vegetales*. Santiago, Chile.
- Hornan, M. A. (1999). *importancia de la cosecha y post cosecha en hortalizas; folleto del curso internacional “producción de hortalizas para la exportación” realizado del 28 al 30 de abril de 1999,*. Tarma – Junín.
- Huaman Huillca, Y. (2022). *Efecto de cinco bioestimulantes foliares en el rendimiento y comportamiento agronómico en arveja verde (Pisum sativum L. Var. Quantum) en*

*el centro agronómico K'ayra-San Jerónimo Cusco. UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, CUSCO.*

INIA. (2008). *Cultivo de la Arveja. Serie Folleto 24-08.* Lima-Perú.

INIA (2013). *Boletín informativo sobre el arveja.* Ayacucho-Perú.

Ligarreto, G. (2002). *El cultivo de arveja: Manejo agronómico. En Memorias Primer Seminario Taller del Cultivo de la arveja.* Bayer Crop Science, Bogota.

Ladrón De Guevara, O. (2005). *Introducción a la climatología y fenología agrícola. Universitaria.*

Mallaupoma, M., & Santana, A. (2005). *Evaluación de 12 variedades de arveja en condiciones de Alfapata – Acostambo.* Huancavelica – Cáritas del Perú.

Manual Agropecuario. (2002). *Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficientes.* Fundación Hogares Juveniles Campesinos (1ra Edit. ed.). Bogotá – Colombia.

Maroto, J. V. (2000). *Horticultura Herbácea Especial. Edic. Mundial –Prensa. 4ta Edit.* Madrid-España.

Mateo Box, J. (1961). *Leguminosas de grano. 1ra Edic. Colección Agrícola Salvat.* Barcelona – España.

Medina , C. R. (1992). *Ensayo comparativo de dos variedades de arveja (Pisum sativum L ) con distintas modalidades y densidades de siembra en condiciones de costa*

- central. *Tesis para optar el título de ingeniero*. Universidad Nacional Agraria – La Molina, Lima – Perú.
- MINAGRI. (2010). *La fenología como herramienta en la agroclimatología*.
- Palacios , A. M. (1997). ensayo comparativo de dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L) en distintas modalidades y densidades de siembra en condiciones de la Molina. *Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- Poehlman, J. M., & Sleper, D. A. (2003). *Mejoramiento Genético de las cosechas* . México : Limusa.
- Puga, J. (1992). *Manual de las arvejas*. Quito-Ecuador.
- Quispe Rúa, W. (2010). Microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.), variedad remate en Canaán a 2750 msnm-Ayacucho. *título para ingeniero agrónomo*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Valdez Quispe, N. (2017). Rendimiento en vaina verde de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con y sin tutor. Socos a 3200 msnm - Ayacucho. (*tesis de pre grado*). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Villarán, M. R. (1976). ensayo comparativo de 8 cultivares de arveja para consumo fresco. *Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*. Universidad Nacional Agraria –La Molina, Lima Perú.

Villareal, F. (2006). Determinación del efecto en la productividad de cinco dosis del bioestimulantes “Florone” en tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.). aplicando en dos épocas. San José – Carchi. (*tesis de Ingeniero Agrónomo*). Universidad central del Ecuador., Carchi-Ecuador.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Análisis físico químico del suelo

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL  
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO  
Calle Tigre N° 127  
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA  
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210  
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL  
Plaza de Armas s/n  
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA  
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA  
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"  
Av. De la Cultura N° 721  
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

#### FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO ANALISIS : FERTILIDAD – FISICO MECANICO.

TIPO DE MUESTRAS : MUESTRA AGRICOLA.

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : C.C. QUEWAR ANDAHUAYLILLAS QUISPICANCHI-CUSCO.

INSTITUCION SOLICITANTE : JHOEL THUPA QUISPE.

#### ANALISIS DE FERTILIDAD:

| N° | CLAVE  | mmhos/cm.<br>C.E. | pH   | meq/100<br>Al <sup>+++</sup> | %<br>M.ORG. | %<br>N.TOTAL | ppm<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | ppm<br>K <sub>2</sub> O |
|----|--------|-------------------|------|------------------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 01 | QUEWAR | 0.28              | 7.42 | 0.00                         | 3.42        | 0.17         | 25.9                                 | 17                      |

#### ANALISIS DE CARACTERIZACION:

| N° | CLAVE  | %<br>ARENA | %<br>LIMO | %<br>ARCILLA | CLASE-TEXTURAL |
|----|--------|------------|-----------|--------------|----------------|
| 01 | QUEWAR | 39         | 35        | 26           | FRANCO         |

CUSCO, 25 DE AGOSTO DEL 2,023.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA  
Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA)

  
Ing. W. Arcadio Calderón Choquechamani  
DIRECTOR

## **ANEXO 2: Calculo de fertilizantes para arvejas**

Cálculo de fertilizante en base al análisis de suelos y el nivel recomendado 90-30-60 NPK

### **Fertilizantes a ser utilizados:**

Nitrato de amonio 33.00 %

Superfosfato de calcio triple; 46 %

Cloruro de potasio: 60 %

### **Resultados del análisis de suelos de laboratorio:**

Nitrógeno total en %: 0.17 %

Fosforo (P205) : 25.90 ppm

Potasio ( K20 ) : 17.00 ppm

### **Datos básicos del suelo**

Textura del suelo : Franco

Capa arable : 0.25 m

Densidad aparente : 1.25 t/m<sup>3</sup>

Distanciamiento : 0.30 x 0.80

### **Cultivo en surcos**

#### **1. Cálculo del número de plantas por hectárea.**

Número de plantas ; 10 000 m<sup>2</sup>/

Número de plantas : 10 000 m<sup>2</sup> / 0.24 m

Número de plantas : 41 666 por hectárea

## 2. Cálculo de la cantidad de fertilizantes.

### a. Cálculo de volumen ( 10 000 m<sup>2</sup>)

Volumen del suelo : 100m x 100m x 0.25m de la capa arable

Volumen del suelo : 2 500 m<sup>3</sup> en una hectárea.

### b. Masa del suelo (considerando la densidad aparente)

Si 1.0 tonelada de suelo pesa -----: 1 000 kilos

1,25 toneladas ... ..... X

Masa del suelo : 1 250 Kg por metro cubico.

### c. Peso del suelo : 1 ha

2 500 m<sup>3</sup> de suelo x 1 250 Kg : 3 125 000 de kilos de suelo por hectárea

## Cálculo del nitrógeno en el suelo utilizando el análisis del suelo

### d. Cálculo de nitrógeno puro

Si en 100 Kg de suelo .....hay 0.17 Kg de nitrógeno Puro

En 3 125 000 de suelo..... X

X: 5 312,50 Kg de nitrógeno puro

### e. Cálculo de nitrógeno disponible

El CRU , coeficiente de reducción para NITROGENO : 2 %

Si 5 313 Kg de nitrógeno PURO es el ..... 100 %

X (cuanto será ) ..... 2 %

X : 5 313 Kg x 2 % / 100 %

X: 106.26 Kg de nitrógeno Disponible

**f. Cálculo del nitrógeno Asimilable. (se considera para nitrógeno el 40 %)**

Si 106.26 Kg de nitrógeno disponible ..... es el 100 %

Cuanto será ..... el 40 %

X : 42,50 Kg de nitrógeno Asimilable.

**g. Cálculo del Fosforo**

si en 1 000 000 de Kg de suelo ----- hay 25.90 Kg de P2O5

en 3 125 000 de kilos de suelo por ..... habrá X

X: 80,93 Kg de P2O5 / ha

**Determinación de fosforo Asimilable ( CRU : 10 % ) TABLAS**

<si 80.93 Kg de P2O5 ..... es el 100 %

Cuanto será ( X) ..... el 10 %

X : 8.09 N Kg de P2O5 Asimilable

**h. Cálculo del Potasio**

Si en 1 000 000 Kg de suelo ..... Hay 17 KG DE K2O

En 3 125 000 de kilos de suelo por . ..... habrá X

X: 53.12 de K2O

**Determinación del potasio asimilable ( CRU : 20 % ) TABLA**

Si en 53,12 Kg de K2O .....ES EL 100 %

Cuanto será ( X) -----, El 20%

X : 10.62 Kg de K2O asimilable

**Balance de nutrientes NPK**

Nivel 90-30-60 NPK extraído por la planta

|           |    |   |       |       |   |       |       |
|-----------|----|---|-------|-------|---|-------|-------|
| Nitrógeno | 90 | : | menos | 42.50 | : | 47.50 | falta |
| Fosforo   | 30 | : | menos | 8.09  | : | 21.91 | falta |
| Potasio   | 60 | : | menos | 10.62 | : | 49.38 | falta |

**Nivel a ser utilizado en base al balance: Nuevo nivel NPK) 47.50 N-  
21,91 P- 6,88 K**

### **Cálculo de fertilizantes a utilizar en base al balance realizado**

**Para nitrógeno.** utilizando nitrato de amonio al 33 %

Si en 100 Kg de nitrato DE AMONIO ..... 33 kg de nitrógeno

Cuanto será ..... 47.50 de N

**X: 143.93 Kg de Nitrato de amonio**

### **Para fosforo**

si en 100 kg de superfosfato triple-----46 kg de fosforo puro

cuanto será -----, 21,91 kg de fosforo del suelo

**x: 47.63 kg de super fosfato**

### **Para potasio**

Si en 100 Kg de cloruro de potasio-----60 Kg de potasio

Cuanto será -----, 49.38 Kg de potasio

**X: 82.30 de cloruro de potasio**

### **Cantidad de fertilizante por planta**

143.93 . kg de nitrato / 41 666 /ha : 3.45 g . por planta

47.63 kg de superfosfato/ 41 666 / ha: 1.14 g . por planta

82.30 kg de cloruro / 41 666 / ha 1.98 g por planta

## ANEXO 3: Evaluaciones en campo

### Comportamiento agronómico y rendimiento (BLOQUE I)

| N°<br>BLOQUE | NOMBRE<br>DE<br>VARIEDAD | PLANTAS | N° DE<br>TALLOS | ALTURA<br>DE<br>PLANTA<br>(cm) | LONGITUD<br>DE VAINA<br>(cm) | N° DE<br>VAINAS<br>POR<br>PLANTA | N° DE<br>GRANOS<br>POR<br>VAINA | N° DE<br>FLORES<br>POR<br>PLANTA | LONGITUD<br>DE RAIZ<br>(cm) |
|--------------|--------------------------|---------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| I            | ALDERMAN                 | 1       | 4               | 42                             | 7.54                         | 19                               | 6.8                             | 20                               | 30.7                        |
|              |                          | 2       | 3               | 40                             | 7.74                         | 16                               | 6.8                             | 20                               | 32.7                        |
|              |                          | 3       | 4               | 43                             | 7.86                         | 21                               | 7                               | 27                               | 33.1                        |
|              |                          | 4       | 3               | 42                             | 7.8                          | 18                               | 6.8                             | 21                               | 38                          |
|              |                          | 5       | 5               | 43                             | 8.06                         | 15                               | 7                               | 17                               | 30                          |
|              |                          | 6       | 4               | 42                             | 8                            | 23                               | 6.8                             | 24                               | 28.2                        |
|              |                          | 7       | 4               | 44                             | 8.18                         | 21                               | 8                               | 22                               | 30.2                        |
|              |                          | 8       | 4               | 45                             | 8.16                         | 20                               | 7.2                             | 23                               | 31.5                        |
|              |                          | 9       | 3               | 46                             | 8.24                         | 15                               | 7.4                             | 16                               | 37.3                        |
|              |                          | 10      | 4               | 43                             | 7.94                         | 20                               | 6.4                             | 21                               | 31.5                        |
| PROMEDIO     |                          |         | 3.80            | 43.00                          | 7.95                         | 18.80                            | 7.02                            | 21.10                            | 32.32                       |
| I            | Q'OMPIS                  | 1       | 3               | 158                            | 7                            | 31                               | 5.2                             | 37                               | 38.1                        |
|              |                          | 2       | 2               | 158                            | 7.74                         | 46                               | 5.8                             | 53                               | 39                          |
|              |                          | 3       | 4               | 151                            | 6.94                         | 38                               | 6.6                             | 46                               | 32.7                        |
|              |                          | 4       | 4               | 160                            | 7.46                         | 45                               | 5.4                             | 53                               | 37                          |
|              |                          | 5       | 3               | 156                            | 7.44                         | 39                               | 5.8                             | 49                               | 34.3                        |
|              |                          | 6       | 4               | 160                            | 7.68                         | 37                               | 5.4                             | 44                               | 35.7                        |
|              |                          | 7       | 3               | 159                            | 7.68                         | 37                               | 6.6                             | 47                               | 30.9                        |
|              |                          | 8       | 3               | 163                            | 8                            | 35                               | 5.8                             | 43                               | 41                          |
|              |                          | 9       | 3               | 166                            | 7.6                          | 41                               | 5.2                             | 51                               | 38.1                        |
|              |                          | 10      | 4               | 164                            | 6.9                          | 45                               | 6.4                             | 53                               | 37                          |
| PROMEDIO     |                          |         | 3.3             | 159.5                          | 7.444                        | 39.4                             | 5.82                            | 47.6                             | 36.38                       |
| I            | VERDE                    | 1       | 5               | 35                             | 6.52                         | 18                               | 5                               | 21                               | 25.6                        |
|              |                          | 2       | 3               | 42                             | 6.84                         | 25                               | 5.6                             | 26                               | 20.2                        |
|              |                          | 3       | 4               | 45                             | 7.04                         | 23                               | 5.8                             | 26                               | 17.2                        |
|              |                          | 4       | 3               | 47                             | 7.22                         | 24                               | 5.4                             | 27                               | 32                          |

|          |      |    |     |       |       |      |      |      |       |
|----------|------|----|-----|-------|-------|------|------|------|-------|
|          |      | 5  | 3   | 55    | 7.92  | 21   | 7.4  | 25   | 23.9  |
|          |      | 6  | 4   | 46    | 7.24  | 23   | 6.8  | 30   | 25    |
|          |      | 7  | 4   | 50    | 7.48  | 22   | 6.6  | 27   | 22.6  |
|          |      | 8  | 5   | 46    | 7.6   | 26   | 6.8  | 29   | 28.8  |
|          |      | 9  | 4   | 53    | 7.76  | 26   | 6.4  | 30   | 29    |
|          |      | 10 | 4   | 48    | 7.58  | 27   | 6.4  | 31   | 20    |
| PROMEDIO |      |    | 3.9 | 46.7  | 7.32  | 23.5 | 6.22 | 27.2 | 24.43 |
| I        | USUI | 1  | 3   | 148   | 8.32  | 44   | 5.4  | 53   | 35.3  |
|          |      | 2  | 4   | 153   | 8.18  | 52   | 6.2  | 56   | 35.8  |
|          |      | 3  | 4   | 155   | 7.48  | 50   | 5.6  | 61   | 37.1  |
|          |      | 4  | 3   | 160   | 8.22  | 51   | 6.2  | 57   | 39    |
|          |      | 5  | 4   | 159   | 8.14  | 54   | 6    | 65   | 35    |
|          |      | 6  | 3   | 162   | 8.16  | 56   | 7.2  | 64   | 34.7  |
|          |      | 7  | 3   | 148   | 8.52  | 56   | 6.4  | 66   | 35    |
|          |      | 8  | 4   | 154   | 8.04  | 60   | 6.2  | 65   | 38    |
|          |      | 9  | 3   | 152   | 8.44  | 53   | 6.6  | 66   | 33.5  |
|          |      | 10 | 4   | 155   | 7.58  | 56   | 6.4  | 68   | 31.9  |
| PROMEDIO |      |    | 3.5 | 154.6 | 8.108 | 53.2 | 6.22 | 62.1 | 35.53 |

**Comportamiento agronómico y rendimiento (BLOQUE II)**

| N°<br>BLOQUE | NOMBRE DE<br>VARIEDAD | PLANTAS | N° DE<br>TALLOS | ALTURA<br>DE PLANTA<br>(cm) | LONGITUD<br>DE VAINA<br>(cm) | N° DE<br>VAINAS<br>POR<br>PLANTA | N° DE<br>GRANOS<br>POR<br>VAINA | N° DE<br>FLORES<br>POR<br>VAINA | LONGITUD<br>DE RAIZ<br>(cm) |
|--------------|-----------------------|---------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| II           | ALDERMAN              | 1       | 2               | 42                          | 8.1                          | 16                               | 7.6                             | 20                              | 22                          |
|              |                       | 2       | 4               | 44                          | 7.58                         | 25                               | 6.8                             | 28                              | 28.6                        |
|              |                       | 3       | 2               | 43                          | 7.88                         | 24                               | 7                               | 27                              | 29.5                        |
|              |                       | 4       | 4               | 42                          | 7.74                         | 21                               | 7.2                             | 26                              | 26.3                        |
|              |                       | 5       | 3               | 49                          | 8.06                         | 23                               | 7                               | 25                              | 30.6                        |
|              |                       | 6       | 4               | 47                          | 8.7                          | 25                               | 7.6                             | 26                              | 28.3                        |
|              |                       | 7       | 4               | 50                          | 7.88                         | 22                               | 7                               | 24                              | 29.9                        |
|              |                       | 8       | 4               | 42                          | 7.62                         | 15                               | 7.4                             | 16                              | 27.5                        |
|              |                       | 9       | 3               | 43                          | 7.86                         | 20                               | 6.8                             | 24                              | 33.3                        |
|              |                       | 10      | 3               | 45                          | 8.08                         | 16                               | 7.8                             | 17                              | 30.2                        |
| PROMEDIO     |                       |         | 3.3             | 44.7                        | 7.95                         | 20.7                             | 7.22                            | 23.3                            | 28.62                       |
| II           | Q'OMPIS               | 1       | 3               | 155                         | 6.44                         | 50                               | 5.4                             | 57                              | 37.1                        |
|              |                       | 2       | 4               | 152                         | 7.24                         | 52                               | 6.4                             | 58                              | 44                          |
|              |                       | 3       | 3               | 159                         | 7.16                         | 58                               | 5.8                             | 63                              | 41                          |
|              |                       | 4       | 4               | 150                         | 7.32                         | 56                               | 5.6                             | 64                              | 35.6                        |
|              |                       | 5       | 3               | 148                         | 7.44                         | 55                               | 5.8                             | 64                              | 40                          |
|              |                       | 6       | 4               | 149                         | 7.5                          | 60                               | 5.6                             | 66                              | 36.5                        |
|              |                       | 7       | 3               | 146                         | 7.7                          | 54                               | 6                               | 59                              | 39                          |
|              |                       | 8       | 4               | 144                         | 7.3                          | 63                               | 5.8                             | 68                              | 33.9                        |
|              |                       | 9       | 3               | 148                         | 7.28                         | 48                               | 6                               | 52                              | 37                          |
|              |                       | 10      | 4               | 155                         | 7.62                         | 46                               | 6.4                             | 53                              | 41                          |
| PROMEDIO     |                       |         | 3.5             | 150.6                       | 7.3                          | 54.2                             | 5.88                            | 60.4                            | 38.51                       |
| II           | VERDE                 | 1       | 4               | 56                          | 7.2                          | 30                               | 6.6                             | 37                              | 25.1                        |

|          |      |    |     |       |       |      |      |      |       |
|----------|------|----|-----|-------|-------|------|------|------|-------|
|          |      | 2  | 3   | 49    | 7.64  | 25   | 6.6  | 32   | 23    |
|          |      | 3  | 4   | 50    | 7.18  | 31   | 6    | 35   | 26    |
|          |      | 4  | 5   | 57    | 7.24  | 25   | 6.4  | 30   | 22.4  |
|          |      | 5  | 4   | 59    | 7.5   | 23   | 6.8  | 27   | 20.6  |
|          |      | 6  | 4   | 56    | 6.64  | 26   | 5.8  | 29   | 21.5  |
|          |      | 7  | 5   | 60    | 6.4   | 33   | 5.8  | 36   | 19.8  |
|          |      | 8  | 3   | 61    | 6.78  | 27   | 6.2  | 30   | 17.9  |
|          |      | 9  | 4   | 58    | 7.08  | 24   | 6.6  | 28   | 24.1  |
|          |      | 10 | 5   | 60    | 7.08  | 25   | 5.6  | 30   | 22.3  |
| PROMEDIO |      |    | 4.1 | 56.6  | 7.074 | 26.9 | 6.24 | 31.4 | 22.27 |
| II       | USUI | 1  | 3   | 148   | 7.48  | 48   | 6.2  | 55   | 35    |
|          |      | 2  | 3   | 152   | 8.32  | 41   | 6.6  | 46   | 34.3  |
|          |      | 3  | 4   | 155   | 7.7   | 52   | 5.6  | 60   | 31.8  |
|          |      | 4  | 3   | 145   | 7.46  | 54   | 6.6  | 61   | 42    |
|          |      | 5  | 3   | 156   | 7.72  | 51   | 5    | 59   | 35.8  |
|          |      | 6  | 4   | 147   | 8.46  | 47   | 6.4  | 57   | 36.1  |
|          |      | 7  | 4   | 144   | 8.36  | 55   | 6.2  | 64   | 30.7  |
|          |      | 8  | 4   | 153   | 7.52  | 50   | 6.4  | 57   | 38    |
|          |      | 9  | 3   | 159   | 7.98  | 48   | 6    | 53   | 40    |
|          |      | 10 | 3   | 150   | 7.8   | 41   | 6    | 51   | 39    |
| PROMEDIO |      |    | 3.4 | 150.9 | 7.88  | 48.7 | 6.1  | 56.3 | 36.27 |

**Comportamiento agronómico y rendimiento (BLOQUE III)**

| N°<br>BLOQUE | NOMBRE<br>DE<br>VARIEDAD | PLANTAS | N° DE<br>TALLOS | ALTURA DE<br>PLANTA<br>(cm) | LONGITUD<br>DE VAINA<br>(cm) | N° DE<br>VAINAS POR<br>PLANTA | N° DE<br>GRANOS<br>POR VAINA | N° DE<br>FLORES<br>POR<br>VAINA | LONGITUD<br>DE RAIZ<br>(cm) |
|--------------|--------------------------|---------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| III          | ALDERMAN                 | 1       | 4               | 48                          | 8.34                         | 24                            | 8.4                          | 26                              | 33.5                        |
|              |                          | 2       | 2               | 49                          | 7.96                         | 14                            | 7.4                          | 16                              | 29.1                        |
|              |                          | 3       | 3               | 48                          | 8.08                         | 15                            | 7.2                          | 17                              | 34.2                        |
|              |                          | 4       | 2               | 44                          | 8.08                         | 14                            | 7.4                          | 15                              | 27.4                        |
|              |                          | 5       | 3               | 46                          | 7.9                          | 15                            | 7.2                          | 16                              | 24.6                        |
|              |                          | 6       | 4               | 49                          | 8.14                         | 18                            | 7.4                          | 19                              | 27.3                        |
|              |                          | 7       | 4               | 48                          | 8.32                         | 21                            | 7.6                          | 28                              | 23.9                        |
|              |                          | 8       | 3               | 44                          | 7.86                         | 22                            | 7                            | 24                              | 28                          |
|              |                          | 9       | 4               | 46                          | 8.28                         | 21                            | 7.2                          | 26                              | 25.3                        |
|              |                          | 10      | 3               | 45                          | 7.86                         | 19                            | 6.8                          | 25                              | 22.9                        |
| PROMEDIO     |                          |         | 3.2             | 46.7                        | 8.082                        | 18.3                          | 7.36                         | 21.2                            | 27.62                       |
| III          | Q'OMPIS                  | 1       | 5               | 145                         | 7.42                         | 38                            | 5.6                          | 43                              | 32                          |
|              |                          | 2       | 4               | 150                         | 7.46                         | 47                            | 5.4                          | 55                              | 36                          |
|              |                          | 3       | 4               | 162                         | 7.64                         | 50                            | 6.2                          | 54                              | 39.1                        |
|              |                          | 4       | 3               | 155                         | 7.9                          | 39                            | 5.6                          | 47                              | 42                          |
|              |                          | 5       | 4               | 152                         | 8.18                         | 39                            | 5.8                          | 45                              | 43.4                        |
|              |                          | 6       | 3               | 157                         | 7.5                          | 45                            | 6                            | 48                              | 38                          |
|              |                          | 7       | 3               | 160                         | 7.7                          | 41                            | 6.2                          | 50                              | 40.1                        |
|              |                          | 8       | 3               | 163                         | 7.9                          | 37                            | 6.4                          | 44                              | 31.9                        |
|              |                          | 9       | 3               | 154                         | 7.28                         | 48                            | 5.6                          | 55                              | 38                          |
|              |                          | 10      | 3               | 158                         | 8.32                         | 36                            | 5.4                          | 43                              | 39                          |
| PROMEDIO     |                          |         | 3.5             | 155.6                       | 7.73                         | 42                            | 5.82                         | 48.4                            | 37.95                       |
| III          | VERDE                    | 1       | 3               | 38                          | 7.18                         | 16                            | 4.8                          | 18                              | 29                          |

|          |      |    |     |       |       |      |      |      |       |
|----------|------|----|-----|-------|-------|------|------|------|-------|
|          |      | 2  | 4   | 55    | 6.88  | 23   | 5.6  | 25   | 22.4  |
|          |      | 3  | 4   | 53    | 7.22  | 26   | 5.8  | 30   | 24.3  |
|          |      | 4  | 4   | 49    | 7.46  | 18   | 5.8  | 20   | 25    |
|          |      | 5  | 4   | 48    | 7.44  | 20   | 5.8  | 25   | 23.4  |
|          |      | 6  | 3   | 46    | 7.1   | 16   | 5.4  | 20   | 27.1  |
|          |      | 7  | 4   | 47    | 7     | 18   | 6.2  | 22   | 26.3  |
|          |      | 8  | 3   | 46    | 6.52  | 17   | 5.2  | 23   | 24.2  |
|          |      | 9  | 4   | 48    | 6.24  | 24   | 5    | 22   | 26    |
|          |      | 10 | 4   | 47    | 7.48  | 19   | 6.8  | 24   | 29    |
| PROMEDIO |      |    | 3.7 | 47.7  | 7.052 | 19.7 | 5.64 | 22.9 | 25.67 |
| III      | USUI | 1  | 4   | 171   | 7.62  | 58   | 6.4  | 62   | 35.3  |
|          |      | 2  | 5   | 162   | 7.66  | 51   | 5.4  | 57   | 32.4  |
|          |      | 3  | 3   | 160   | 7.74  | 39   | 6.8  | 46   | 37.1  |
|          |      | 4  | 3   | 152   | 7.48  | 41   | 6    | 47   | 29    |
|          |      | 5  | 4   | 158   | 7.58  | 50   | 6.4  | 55   | 34.3  |
|          |      | 6  | 5   | 162   | 8.06  | 66   | 6.8  | 70   | 35    |
|          |      | 7  | 3   | 155   | 7.96  | 58   | 5.8  | 65   | 39.4  |
|          |      | 8  | 4   | 160   | 7.92  | 56   | 6.8  | 63   | 41.1  |
|          |      | 9  | 3   | 156   | 7.88  | 60   | 5.8  | 67   | 38    |
|          |      | 10 | 3   | 155   | 8.3   | 56   | 7.2  | 64   | 35    |
| PROMEDIO |      |    | 3.7 | 159.1 | 7.82  | 53.5 | 6.34 | 59.6 | 35.66 |

### Comportamiento agronómico y rendimiento bloque III.

| N° BLOQUE | NOMBRE DE VARIEDAD | PLANTAS | N° DE TALLOS | ALTURA DE PLANTA (cm) | LONGITUD DE VAINA (cm) | N° DE VAINAS POR PLANTA | N° DE GRANOS POR VAINA | N° DE FLORES POR VAINA | LONGITUD DE RAIZ (cm) |
|-----------|--------------------|---------|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| IV        | ALDERMAN           | 1       | 4            | 50                    | 8.02                   | 16                      | 7.4                    | 19                     | 23.6                  |
|           |                    | 2       | 3            | 54                    | 7.96                   | 18                      | 7                      | 20                     | 28.4                  |
|           |                    | 3       | 3            | 50                    | 8.5                    | 16                      | 8.2                    | 26                     | 27.6                  |
|           |                    | 4       | 3            | 47                    | 7.72                   | 15                      | 6.4                    | 19                     | 24                    |
|           |                    | 5       | 2            | 50                    | 7.76                   | 19                      | 7.4                    | 22                     | 23.8                  |
|           |                    | 6       | 3            | 50                    | 7.96                   | 20                      | 8                      | 26                     | 27.4                  |
|           |                    | 7       | 4            | 52                    | 8.66                   | 15                      | 7.4                    | 24                     | 20.1                  |
|           |                    | 8       | 4            | 49                    | 7.76                   | 19                      | 7.4                    | 23                     | 30.1                  |
|           |                    | 9       | 3            | 47                    | 8.12                   | 16                      | 7.6                    | 20                     | 22.4                  |
|           |                    | 10      | 4            | 51                    | 8.42                   | 20                      | 7.6                    | 25                     | 23.2                  |
| PROMEDIO  |                    |         | 3.3          | 50                    | 8.088                  | 17.4                    | 7.44                   | 22.4                   | 25.06                 |
| IV        | Q'OMPIS            | 1       | 4            | 162                   | 8.56                   | 37                      | 7                      | 46                     | 34.1                  |
|           |                    | 2       | 4            | 160                   | 8.96                   | 43                      | 6.8                    | 53                     | 39.2                  |
|           |                    | 3       | 3            | 156                   | 7.86                   | 37                      | 6                      | 47                     | 40.7                  |
|           |                    | 4       | 4            | 158                   | 7.5                    | 35                      | 6.4                    | 45                     | 43.4                  |
|           |                    | 5       | 5            | 163                   | 8.12                   | 43                      | 5.6                    | 54                     | 46                    |
|           |                    | 6       | 4            | 158                   | 7.34                   | 46                      | 5.6                    | 52                     | 35.5                  |
|           |                    | 7       | 3            | 148                   | 7.94                   | 34                      | 5.8                    | 43                     | 39.1                  |
|           |                    | 8       | 3            | 145                   | 7.5                    | 47                      | 5.4                    | 57                     | 47                    |
|           |                    | 9       | 3            | 165                   | 8.4                    | 37                      | 5.4                    | 46                     | 36                    |
|           |                    | 10      | 3            | 164                   | 7.58                   | 38                      | 6                      | 44                     | 42.3                  |
| PROMEDIO  |                    |         | 3.6          | 157.9                 | 7.976                  | 39.7                    | 6                      | 48.7                   | 40.33                 |
| IV        | VERDE              | 1       | 3            | 38                    | 7.44                   | 18                      | 6.8                    | 21                     | 26.1                  |
|           |                    | 2       | 4            | 45                    | 6.94                   | 17                      | 7.2                    | 20                     | 20.2                  |
|           |                    | 3       | 5            | 44                    | 7.08                   | 19                      | 6                      | 22                     | 19.4                  |
|           |                    | 4       | 4            | 46                    | 7.56                   | 24                      | 6.4                    | 27                     | 23.7                  |
|           |                    | 5       | 4            | 47                    | 7                      | 22                      | 6.2                    | 25                     | 27.8                  |

|          |      |    |     |       |       |      |      |      |       |
|----------|------|----|-----|-------|-------|------|------|------|-------|
|          |      | 6  | 3   | 42    | 6.42  | 19   | 6.8  | 22   | 22.2  |
|          |      | 7  | 3   | 41    | 6.7   | 25   | 6.8  | 27   | 25.9  |
|          |      | 8  | 4   | 45    | 6.6   | 23   | 6.8  | 26   | 27.4  |
|          |      | 9  | 3   | 44    | 6.92  | 21   | 7.6  | 23   | 24.6  |
|          |      | 10 | 4   | 43    | 6.98  | 19   | 7.4  | 20   | 21.4  |
| PROMEDIO |      |    | 3.7 | 43.5  | 6.964 | 20.7 | 6.8  | 23.3 | 23.87 |
| IV       | USUI | 1  | 3   | 150   | 8.28  | 50   | 6.6  | 60   | 38.1  |
|          |      | 2  | 3   | 168   | 8.4   | 36   | 6.6  | 54   | 34.4  |
|          |      | 3  | 4   | 152   | 8.86  | 42   | 7.4  | 49   | 37.3  |
|          |      | 4  | 4   | 160   | 8.74  | 47   | 6.8  | 57   | 30.7  |
|          |      | 5  | 4   | 140   | 8.44  | 36   | 6.4  | 51   | 35.5  |
|          |      | 6  | 3   | 156   | 8.82  | 46   | 7    | 58   | 40.4  |
|          |      | 7  | 3   | 148   | 8.74  | 46   | 7.4  | 59   | 39.1  |
|          |      | 8  | 4   | 163   | 8.3   | 58   | 5.6  | 60   | 34.7  |
|          |      | 9  | 4   | 169   | 8.2   | 47   | 6    | 55   | 35.6  |
|          |      | 10 | 3   | 149   | 8.54  | 38   | 5.4  | 48   | 37.3  |
| PROMEDIO |      |    | 3.5 | 155.5 | 8.532 | 44.6 | 6.52 | 55.1 | 36.31 |

#### ANEXO 4: Datos meteorológicos

| PRECIPITACIONES DIARIAS (mm) |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA                          | Jul-23 | Ago-23 | Set-23 | Oct-23 | Nov-23 | Dic-23 | Ene-24 |
| 1                            | 0      | 0      | 1.8    | 9.9    | 0.6    | 4.6    | 6.2    |
| 2                            | 0      | 0      | 3      | 0.1    | 0.1    | 9.6    | 2.8    |
| 3                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 16.5   | 0.4    |
| 4                            | 0      | 0.4    | 0      | 0      | 0      | 2.5    | 1.5    |
| 5                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.6    | 0.1    | 1.5    |
| 6                            | 0      | 0      | 2.7    | 0      | 0      | 0      | 1.3    |
| 7                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 8                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 3.8    | 15     | 0      |
| 9                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.2    | 0      | 0      |
| 10                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 15.4   | 0      |
| 11                           | 0      | 3.9    | 0      | 0      | 0      | 18.8   | 0      |
| 12                           | 0      | 0      | 2.3    | 0      | 0      | 6.7    | 1.9    |
| 13                           | 0      | 1.5    | 0      | 2.3    | 0.6    | 0      | 1.4    |
| 14                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.3    | 16.5   | 0.3    |
| 15                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 16                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 1.1    | 6.7    | 0      |
| 17                           | 0      | 0      | 1.3    | 0      | 0      | 12     | 6.5    |
| 18                           | 0      | 0      | 1.2    | 0      | 0      | 0.4    | S/D    |
| 19                           | 0      | 0      | 1.9    | 0      | 3.1    | 1.1    |        |
| 20                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 6.3    | 0      |        |
| 21                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 1.4    | 8.8    |        |
| 22                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.4    | 0.2    |        |
| 23                           | 0      | 0      | 0.8    | 6.3    | 0.4    | 0      |        |
| 24                           | 0      | 0      | 0      | 1.4    | 11.9   | 0      |        |
| 25                           | 0      | 0      | 0      | 5.1    | 4      | 0      |        |
| 26                           | 0      | 0      | 0      | 1.1    | 0.6    | 2.5    |        |
| 27                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 2.7    | 0      |        |
| 28                           | 0      | 0      | 0.9    | 2.4    | 0      | 0      |        |
| 29                           | 0.2    | 0      | 0      | 0      | 5.8    | 0      |        |
| 30                           | 6.1    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |        |
| 31                           | 0      | 0      |        | 0      |        | 0.2    |        |

| HUMEDAD RELATIVA EN % |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA                   | Jul-23 | Ago-23 | Set-23 | Oct-23 | Nov-23 | Dic-23 | Ene-24 |
| 1                     | 54.7   | 50.6   | 65.8   | 66.3   | 71.2   | 84.5   | 85.4   |
| 2                     | 52.2   | 59.1   | 70.1   | 52.9   | 65.1   | 80.5   | 81.7   |
| 3                     | 46.7   | 57.6   | 64.4   | 52.5   | 63.3   | 78.3   | 79.1   |
| 4                     | 49     | 62.2   | 54.1   | 49.7   | 69.2   | 67.3   | 77.2   |
| 5                     | 49.9   | 64.6   | 53     | 49.9   | 78.6   | 77.9   | 75.6   |
| 6                     | 54.9   | 61.1   | 63.3   | 59.7   | 60     | 78.9   | 74.2   |
| 7                     | 56.2   | 58     | 60.6   | 51.8   | 65.2   | 71.2   | 74.2   |
| 8                     | 56.7   | 56.9   | 50     | 52.2   | 60.9   | 71.5   | 61.9   |
| 9                     | 55.4   | 52.1   | 51     | 56.7   | 76.1   | 77.1   | 63.7   |
| 10                    | 56.7   | 49.6   | 51.7   | 57.3   | 75.1   | 68.8   | 66.7   |
| 11                    | 61.7   | 61.7   | 56.4   | 63.1   | 67.6   | 76.1   | 69.4   |
| 12                    | 55.7   | 58     | 53.6   | 65.4   | 66.9   | 77.3   | 64.7   |
| 13                    | 63.6   | 61     | 49.7   | 67     | 66.7   | 73.1   | 75.4   |
| 14                    | 55.4   | 57.5   | 51.6   | 70.8   | 71.3   | 81.9   | 69.7   |
| 15                    | 54.8   | 56.7   | 49.6   | 66.7   | 68.4   | 73.3   | 68.3   |
| 16                    | 62     | 54.4   | 51.7   | 56.9   | 61.7   | 70.8   | 70.8   |
| 17                    | 60.5   | 52.2   | 70.4   | 58.6   | 64.3   | 77.6   | 66.9   |
| 18                    | 55.3   | 54.4   | 73.4   | 63.2   | 63     | 81     | S/D    |
| 19                    | 65.3   | 38.8   | 78.6   | 58.5   | 70.2   | 71.4   |        |
| 20                    | 59.4   | 43.3   | 63.1   | 58.1   | 76.5   | 76.1   |        |
| 21                    | 54.4   | 39.2   | 52.9   | 60.4   | 79.9   | 69.1   |        |
| 22                    | 40.3   | S/D    | 51.5   | 52.6   | 78.3   | 77.2   |        |
| 23                    | 44.6   | 47.5   | 52.9   | 50.2   | 84.9   | 69.5   |        |
| 24                    | 60.3   | 48.3   | S/D    | 65.1   | 73.2   | 73.4   |        |
| 25                    | 59.6   | 46.1   | 52.3   | 68.1   | 88.5   | 72.2   |        |
| 26                    | 54.5   | 65.3   | 49.5   | 72.6   | 85.2   | 88.5   |        |
| 27                    | 53.6   | 51.9   | 51.1   | 71.8   | 77.9   | 72.8   |        |
| 28                    | 54.3   | 50.5   | 57.2   | 68.9   | 71.5   | 73.9   |        |
| 29                    | 66.9   | 48.8   | 55.4   | 65.1   | 77.6   | 69.2   |        |
| 30                    | 68.1   | 51.7   | 45.2   | 71.1   | 74.9   | 72.4   |        |
| 31                    | 49.8   | 63.5   |        | 60.2   |        | 82.9   |        |

| TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA °C |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA                          | Jul-23 | Ago-23 | Set-23 | Oct-23 | Nov-23 | Dic-23 | Ene-24 |
| 1                            | 24.2   | 22.4   | 23     | 24.4   | 24.4   | 21     | 20.6   |
| 2                            | 25.2   | 23.6   | 22.6   | 25     | 25     | 22.4   | 21.6   |
| 3                            | 26     | 21.8   | 21.6   | 25.2   | 24.6   | 23.4   | 23     |
| 4                            | 27     | 22     | 23.4   | 24.4   | 23     | 24.2   | 18.6   |
| 5                            | 27.4   | 21     | 23.2   | 26     | 22.2   | 23.4   | 21.4   |
| 6                            | 27.4   | 21.4   | 20.4   | 27.4   | 26.2   | 21.6   | 23.2   |
| 7                            | 27.4   | 22.6   | 23.6   | 26     | 24.2   | 22.2   | 23.6   |
| 8                            | 25.4   | 23     | 25.2   | 27.8   | 24.4   | 23.4   | 25.4   |
| 9                            | 25.4   | 22.8   | 23.8   | 23.6   | 18     | 22     | 25.2   |
| 10                           | 25     | 24.6   | 24.2   | 23.4   | 20.4   | 23     | 25     |
| 11                           | 24.6   | 22     | 23.4   | 26.4   | 24.2   | 23.4   | 22.2   |
| 12                           | 24.8   | 20.8   | 23.2   | 25     | 25.4   | 22.2   | 23.4   |
| 13                           | 24.4   | 20.4   | 24.2   | 23.4   | 25     | 20.2   | 23.6   |
| 14                           | 24.8   | 21.8   | 24.4   | 22.4   | 23.4   | 22.4   | 20.6   |
| 15                           | 25.6   | 23.2   | 25.4   | 23.4   | 24.2   | 23     | 23.4   |
| 16                           | 24.4   | 25     | 23     | 23.8   | 26.2   | 23.2   | 25     |
| 17                           | 25     | 26.6   | 22.6   | 24.2   | 27.2   | 23.2   | 22.2   |
| 18                           | 24.2   | 28.2   | 20.2   | 24     | 28.2   | 21.4   | S/D    |
| 19                           | 23.2   | 26     | 17     | 24     | 22.2   | 23     |        |
| 20                           | 22.6   | 27.4   | 21.4   | 24.2   | 24.6   | 23.4   |        |
| 21                           | 23.4   | 27.6   | 23.8   | 22.4   | 22     | 22.6   |        |
| 22                           | 25.8   | 24     | 23.4   | 24.4   | 25     | 23.6   |        |
| 23                           | 24.6   | 26     | 22.6   | 27     | 22.4   | 24     |        |
| 24                           | 25.4   | 24.4   | 23     | 25.2   | 24.2   | 24.2   |        |
| 25                           | 26     | 25.4   | 25.6   | 24     | 18     | 24     |        |
| 26                           | 25.4   | 25.2   | 27.4   | 23.8   | 20.8   | 16.6   |        |
| 27                           | 24.8   | 26.6   | 24.4   | 22.4   | 21.4   | 22.6   |        |
| 28                           | 24.2   | 25.4   | 25.6   | 22     | 23.2   | 23.4   |        |
| 29                           | 17     | 25.4   | 23.2   | 26.2   | 23.2   | 23.8   |        |
| 30                           | 20.4   | 24.6   | 24.4   | 26.6   | 21.6   | 24.4   |        |
| 31                           | 22.6   | 23.8   |        | 25.4   |        | 22     |        |

| TEMPERATURA MÍNIMA DIARIA °C |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA                          | Jul-23 | Ago-23 | Set-23 | Oct-23 | Nov-23 | Dic-23 | Ene-24 |
| 1                            | -1     | -1.4   | 6.4    | 10.4   | 7.4    | 10     | 11.2   |
| 2                            | -0.4   | 0.6    | 7.2    | 8.4    | 6.6    | 9.6    | 9.6    |
| 3                            | 0.4    | 3.2    | 7.2    | 11.2   | 6.4    | 9.4    | 9.6    |
| 4                            | -2     | 2      | 6.4    | 10.6   | 9.4    | 8.6    | 11.2   |
| 5                            | -0.2   | 1.4    | 5.6    | 7.4    | 10.6   | 10     | 9      |
| 6                            | 0.4    | 1.2    | 9.6    | 7.4    | 9.6    | 7.2    | 10.4   |
| 7                            | 0.6    | 2      | 4.8    | 10     | 9.2    | 8.4    | 9.6    |
| 8                            | 2.4    | 2.4    | 2.8    | 11.6   | 10     | 10.8   | 6.4    |
| 9                            | 2.6    | 5.6    | 3.2    | 14.4   | 9      | 7.6    | 6.4    |
| 10                           | 0.6    | 4.8    | 3      | 10.4   | 11     | 7.2    | 8.6    |
| 11                           | 1      | 4.2    | 6.4    | 10     | 11     | 10.4   | 9.6    |
| 12                           | 0.8    | 6      | 9      | 8.4    | 10.2   | 10.2   | 5.6    |
| 13                           | 4.8    | 7.2    | 7.6    | 11     | 10.4   | 10.6   | 9.6    |
| 14                           | 2.4    | 7.4    | 5.6    | 8.6    | 11.4   | 9.6    | 7.6    |
| 15                           | 1.6    | 4.4    | 8.8    | 9      | 11.8   | 10.6   | 10.6   |
| 16                           | 1      | 1.6    | 5.4    | 4      | 7.4    | 11     | 11.4   |
| 17                           | 1.4    | 1.2    | 7.6    | 10.2   | 12.4   | 10.4   | 10     |
| 18                           | 5.8    | 2.6    | 7.8    | 7.8    | 7.6    | 10.2   | 11.4   |
| 19                           | 3.6    | 0.2    | 8      | 5      | 12     | 10     |        |
| 20                           | 2.6    | 0      | 6.2    | 7.8    | 9.8    | 11     |        |
| 21                           | -0.2   | -0.6   | 7.8    | 11.6   | 10.2   | 11.4   |        |
| 22                           | -2     | 1.2    | 6.6    | 6.4    | 9.8    | 9.8    |        |
| 23                           | -1     | 2      | 4.6    | 9.4    | 7.6    | 9.8    |        |
| 24                           | -2.6   | 6.6    | 10.2   | 10     | 8      | 9.6    |        |
| 25                           | 1      | 6.6    | 4      | 12     | 9      | 7.6    |        |
| 26                           | 1.4    | 8      | 3.4    | 8.2    | 8.4    | 10.6   |        |
| 27                           | 4      | 5.6    | 10.4   | 11.2   | 11.2   | 9.4    |        |
| 28                           | 5      | 4.4    | 8.8    | 11     | 10.2   | 6.6    |        |
| 29                           | 3.6    | 3.6    | 6.8    | 11.2   | 12.2   | 10.2   |        |
| 30                           | 5      | 5.6    | 10.4   | 10.4   | 10.6   | 10.4   |        |
| 31                           | 1.6    | 3.8    |        | 10     |        | 10.2   |        |

## **ANEXO 5: Conducción del campo experimental**

*Fotografía 1*

*Surcado del campo experimental*



*Fotografía 2*

*Trazado del campo experimental*



*Fotografía 3*

*Siembra de semilla en el campo experimental*



*Fotografía 4*

*Inicio de emergencia de la arveja*



*Fotografía 5*

*Deshierbe de malezas del cultivo de arveja*



*Fotografía 6*

*Riego de los tratamientos del cultivo de arveja*



*Fotografía 7*

*Aplicación de los fertilizantes*



*Fotografía 8*

*Instalación de tutores en todos tratamientos*



*Fotografía 9*

*Tutores horizontales con rafia*



*Fotografía 10*

*Aporque del cultivo de arveja*



*Fotografía 11*

*Evaluación de botón floral*



*Fotografía 12*

*Evaluación de la floración*



*Fotografía 13*

*Evaluación de la formación de vainas*



*Fotografía 14*

*Evaluación del llenado de vainas*



*Fotografía 15*

*Tiramientos de arveja afectadas por la granizada*



*Fotografía 16*

*Etiquetado de los tratamientos de arveja*



*Fotografía 17*

*Cosecha de los tratamientos de arveja*



*Fotografía 18*

*Evaluación de la altura de planta*



*Fotografía 19*

*Evaluación de la longitud de raíz*



*Fotografía 20*

*Evaluación de número de vainas por planta*



*Fotografía 21*

*Evaluación de número de granos por vaina*

