



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica**

**Caracterización agromorfológica de accesiones de alverja *Pisum sativum***  
**del Banco de Germoplasma del INIA – PERÚ**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo**

**Autora**

**Oxana Jimena Rojas Justo**

**Asesor**

**Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza**

**Huacho - Perú**

**2025**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales** <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>  
**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**LICENCIADA**

*(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)*

**Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y  
Ambiental**

**Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agronómica**

**INFORMACIÓN**

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Bch. Oxana Jimena Rojas Justo	72672249	22/11/2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCIP</b>
Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza	08787108	0000-0002-6895-4332
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DEL JURADO – PREGRADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCIP</b>
Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas	15651224	0000-0002-5367-5285
Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver	44565193	0000-0002-4615-5310
Mg. Sc. Cristina Karina Andrade Alvarado	40231658	0000-0003-2681-7863

# Oxana Jimena Rojas Justo

## Caracterización agromorfológica de accesiones de alverja (*Pisum sativum* L.) del Banco de Germoplasma del INIA – PERÚ

- Quick Submit
- Quick Submit
- Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trn:oid:::1:3062614214

Fecha de entrega  
31 oct 2024, 4:33 p.m. GMT-5

Fecha de descarga  
31 oct 2024, 4:58 p.m. GMT-5

Nombre de archivo  
BORRADOR\_DE\_TESIS.pdf

Tamaño de archivo  
3.6 MB

99 Páginas

20,623 Palabras

110,919 Caracteres

## 18% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía

### Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 5% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

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

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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 Dios por permitir que siga respirando cada día,  
para ver su hermoso atardecer.

Y a papá y mamá por enseñarme que:  
*Los pequeños pasos que damos, son los grandes  
caminos que estamos recorriendo.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mi asesor Dr. Sergio Contreras, por brindarme su apoyo y confianza en el seguimiento de las correcciones de mi proyecto.*

*A los miembros del jurado evaluador el Dr. Luis Dionisio, Dr. Hugo Tirado y Mg. Sc. Cristina Andrade; a cada uno por su paciencia y confianza.*

*A mi co asesora Ing. Mavel Marcelo, por brindarme su apoyo en todo el periodo que duro la ejecución de mi investigación, a sí mismo a los operarios de campo, que me ayudaron de inicio a fin.*

*A la Ing. Felles Dori por compartir sus conocimientos de una buena estructura y redacción en el curso Proyecto de Investigación II que fueron el origen para la estructura de mi tesis durante mi ciclo académico.*

*A la E.E.A Donoso por abrirme sus puertas para poder realizar mis prácticas y la realización de mi tesis por parte de la Sub dirección de Recursos Genéticos.*

*A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por brindarme la enseñanza requerida para redactar esta investigación.*

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la realidad problemática .....	1
1.2 Formulación del problema.....	1
1.2.1 Problema general .....	1
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1 Objetivo general .....	2
1.3.1 Objetivo específico .....	2
1.4 Justificación de la investigación .....	2
1.5 Delimitación del estudio.....	3
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	4
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	4
2.1.2 Antecedentes internacionales .....	5
2.2 Bases teóricas .....	6
2.2.1 Origen .....	6
2.2.2 Taxonomía.....	7
2.2.3 Morfología.....	7

2.2.4 Etapas Fenológicas .....	9
2.2.5 Necesidades edafoclimáticas .....	10
2.2.6 Manejo agronómico del cultivo.....	11
2.3 Definición de términos básicos.....	13
2.4 Hipótesis de la investigación .....	14
2.4.1 Hipótesis General .....	14
2.4.2 Hipótesis específicas.....	14
2.5 Operacionalización de variables .....	15
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>16</b>
3.1 Diseño metodológico.....	16
3.1.1 Ubicación.....	16
3.1.2 Diseño experimental .....	16
3.1.3 Tratamientos .....	16
3.1.4 Variables a evaluar .....	17
3.1.6 Conducción del experimento .....	17
3.2 Población y Muestra .....	18
3.2.1 Población .....	18
3.2.2 Muestra .....	18
3.3 Técnicas de recolección de datos .....	18
3.3.1 Descriptor: Germinación .....	18
3.3.2 Descriptor: Tallo.....	19
3.3.3 Descriptor: Estipula .....	19
3.3.4 Descriptor: Hoja .....	19
3.3.5 Descriptor: Flor .....	20
3.3.6 Descriptor: Fruto .....	20

3.3.7 Descriptor: Semilla .....	21
3.3.8 Descriptor: Cosecha.....	22
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información.....	22
3.4.1 Estadística descriptiva .....	22
3.4.2 Análisis de componentes principales (PCA) .....	23
3.4.3 Análisis de conglomerados (Cluster analysis).....	24
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
5.1 Estadística descriptiva .....	25
5.1.1 Descriptores cuantitativos .....	25
5.1.2 Descriptores cualitativos.....	36
5.2 Análisis de componentes principales (PCA) .....	39
5.3 Análisis de conglomerados (Cluster analysis).....	46
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIONES .....</b>	<b>51</b>
5.1 Estadística descriptiva .....	51
5.1.1 Descriptores cuantitativas.....	51
5.1.2 Descriptores cualitativos.....	55
5.2 Análisis de componentes principales.....	56
5.3 Análisis de conglomerados .....	56
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
6.1 Conclusiones.....	57
6.1.1 Características morfológicas .....	57
6.1.2 Características agronómicas .....	57
6.2 Recomendaciones .....	58
<b>CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Escala fenológica de Knott, 1987.....	9
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de variables .....	15
<b>Tabla 3</b> Accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. del banco de germoplasma INIA.....	16
<b>Tabla 4</b> Índice de Shannon - Weaver (H') para los descriptores cualitativos .....	37
<b>Tabla 5</b> Descriptores cualitativos que no presentaron variabilidad .....	38
<b>Tabla 6</b> Asociación del Eigen-value y el porcentaje total de varianza explicado en cada uno de los componentes principales .....	40
<b>Tabla 7</b> Correlación entre los descriptores cuantitativos y los componentes principales...	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Días a la emergencia (dds) y número de plantas germinadas (n) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma .....	25
<b>Figura 2</b> Longitud del entrenudo (cm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma.....	26
<b>Figura 3</b> Longitud y ancho de la hoja (cm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma.....	27
<b>Figura 4</b> Días a la floración (dds) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma .....	28
<b>Figura 5</b> Longitud de pétalo, sépalo y estambre (cm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma.....	29
<b>Figura 6</b> Días a la madurez en verde, madurez fisiológica y madurez de cosecha (dds) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma .....	30
<b>Figura 7</b> Longitud y ancho de la vaina en verde (mm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma.....	31
<b>Figura 8</b> Peso de la vaina (g) y número de granos/vainas (n) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma .....	32
<b>Figura 9</b> Longitud y ancho del grano (mm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma.....	33
<b>Figura 10</b> Peso de 100 semillas (g) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma .....	34
<b>Figura 11</b> Peso seco de la muestra (g) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma.....	35
<b>Figura 12</b> Rendimiento por planta (g) y por hectárea (t/ha) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma .....	36
<b>Figura 13</b> Gráfico de sedimentación de los componentes principales y el Eigen-value ....	41
<b>Figura 14</b> Dispersión de 25 accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. generado por los primeros dos componentes principales.....	43
<b>Figura 15</b> Círculo de correlaciones mediante el grafico bidimensional de los descriptores cuantitativos.....	44

<b>Figura 16</b> Correlación de accesiones y descriptores cuantitativos mediante el PCA.....	45
<b>Figura 17</b> Dendrograma realizado mediante el método jerárquico de Ward y la distancia Euclídea .....	47
<b>Figura 18</b> Distribución de clúster A, B, C y D mediante el gráfico bidimensional.....	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Preparación y marcado del campo para la siembra de <i>Pisum sativum</i> .....	68
<b>Anexo 2:</b> Desinfección de las semillas de <i>Pisum sativum</i> por accesiones.....	68
<b>Anexo 3:</b> Desinfección por golpe en cada accesión.....	69
<b>Anexo 4:</b> Siembra de las semillas de <i>Pisum sativum</i> .....	69
<b>Anexo 5:</b> Preparación de trampas amarillas para el control de la mosca minadora.....	70
<b>Anexo 6:</b> Campo de <i>Pisum sativum</i> con trampas amarillas .....	70
<b>Anexo 7:</b> Tutorado y etiquetado por accesión de <i>Pisum sativum</i> .....	71
<b>Anexo 8:</b> Campo experimental de arveja después de 30 días a la siembra.....	71
<b>Anexo 9:</b> Cosecha en vainas verdes por cada accesión.....	72
<b>Anexo 10:</b> Caracterización de las vainas y granos de <i>Pisum sativum</i> .....	73
<b>Anexo 11:</b> Descriptor cualitativo Forma de folíolos.....	74
<b>Anexo 12:</b> Descriptor cualitativo Margen foliar .....	74
<b>Anexo 13:</b> Descriptor cualitativo Tipos de flor.....	75
<b>Anexo 14:</b> Descriptor cualitativo Forma de la vaina .....	75
<b>Anexo 15:</b> Descriptor cualitativo Forma del grano.....	76
<b>Anexo 16:</b> Descriptor cualitativo Superficie del grano.....	76
<b>Anexo 17:</b> Parámetros de estudio de 25 accesiones de <i>Pisum sativum</i> .....	77
<b>Anexo 18:</b> Medidas de resumen de los descriptores cuantitativos .....	79
<b>Anexo 19:</b> Gráfico de frecuencia absoluta de los descriptores cualitativos .....	79
<b>Anexo 20:</b> Matriz de correlación de los descriptores cuantitativos .....	83
<b>Anexo 21:</b> Mínimo, máximo y promedio del análisis de conglomerados.....	84

## RESUMEN

**Objetivo:** Caracterizar agro morfológicamente 25 accesiones de arveja que conforman el banco de germoplasma del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral.

**Metodología:** Se utilizaron 49 descriptores morfológicos (22 cuantitativos y 27 cualitativos) para caracterizar una muestra de la colección de arveja (*Pisum sativum*) del banco de germoplasma del INIA en Huaral, que fueron analizados mediante estadística descriptiva por cada variable morfológica, también se realizó el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de conglomerados para las variables. **Resultados:** Se identificó la variabilidad en 22 descriptores cuantitativos teniendo a los valores días a la emergencia, rendimiento por planta, rendimiento por planta y peso de muestra con un CV mayor al 26%, mientras que para los 27 descriptores cualitativos solo 18 tuvieron variabilidad en tres niveles según el índice de Shannon y Weaver ( $H'$ ) donde tres descriptores tuvieron baja variabilidad, cinco descriptores obtuvieron variabilidad intermedia y diez descriptores alcanzaron alta variabilidad. En el análisis de componentes principales (PC) se obtuvieron siete componentes con un Eigen-value mayor a uno, representando el 85,92% del total. Así mismo, en la correlación entre descriptores se consiguió a dos PC con mayor de correlación representando el 44,42% del total. Por último, en el análisis de conglomerados se obtuvo la formación de cuatro clusters (A, B, C y D) en un dendrograma, siendo el clúster C con la menor cantidad de accesiones (cuatro) y el clúster D con mayor cantidad accesiones (diez), además ambos clústeres albergaron la mayor cantidad de valores evidenciando parámetros más altos. **Conclusiones:** Se determinaron las características morfológicas de 25 accesiones de arveja de acuerdo a los descriptores analizados, se identificaron las características agronómicas mediante el análisis de conglomerados donde sobresalió el clúster D.

**Palabras claves.** Accesoión, caracterización, clúster, conglomerados, componentes principales, correlación, cualitativos, cuantitativos, dendrograma, descriptores.

## ABSTRACT

**Objective.** To characterize agro-morphologically 25 pea accessions that make up the INIA Germplasm Bank at the Donoso – Huaral Agrarian Experimental Station. **Methodology.** 49 morphological descriptors were used, 22 quantitative and 27 qualitative, where they were analyzed using descriptive statistics for each morphological variable, principal component analysis (PCA) and cluster analysis were also observed. **Results.** The variability of the 22 quantitative descriptors was identified having the values: days to emergence, yield per plant, yield per plant and sample weight with a CV greater than 26% indicating very variable data, while for the 27 descriptors qualitative only 18 had variability at three levels according to the Shannon and Weaver index (H') where: three descriptors had low variability, five descriptors obtained intermediate variability and ten descriptors achieved high variability. In the principal component analysis (PCA), seven PCs were obtained with an Eigen-value greater than one, representing 85.921% of the total. Likewise, in the correlation of PCs between descriptors, two PCs were obtained with a higher percentage of correlation, representing 44.426%. % of the total. Finally, in the cluster analysis, the formation of four clusters (A, B, C and D) was visualized in a dendrogram, with cluster C being the smallest number of accessions (four) and cluster D being the largest number of accessions (ten), in addition, both clusters housed the greatest number of values evidencing the highest parameters. **Conclusions.** the morphological characteristics of the 25 accessions were determined according to the data obtained from the descriptors and analyzed using descriptive statistics and PCA; Finally, the agronomic characteristics were identified through cluster analysis where cluster D stood out.

**Keywords.** Accession, characterization, cluster, conglomerates, main components, qualitative and quantitative correlation, dendrogram, descriptors.

## INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es un cultivo de gran relevancia para los productores de la región andina del Perú, ya que desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria y en la economía local. En 2023, la producción nacional de arveja alcanzó 141,523.89 toneladas, destacando la región de Cajamarca por registrar la mayor superficie sembrada (MINAGRI, 2023). Este cultivo es estratégico y económicamente significativo, pues, según Coaquira et al. (2021), los granos de arveja contienen un 6.3% de carbohidratos y proteínas, lo que los convierte en una fuente alimenticia esencial. Además, la arveja sobresale por sus múltiples beneficios nutricionales y su notable capacidad de adaptación a diversas condiciones agroecológicas, lo que facilita su producción en diferentes regiones del país.

En este contexto, el Banco de Semillas del Perú conserva más de tres mil accesiones de leguminosas, entre las cuales se incluye la arveja. Estas accesiones están protegidas en el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), institución adscrita al Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2019). El INIA, además, realiza investigaciones anuales orientadas a la caracterización morfológica de estas accesiones (INIA, 2024). Por su parte, Roca et al. (2018), mencionan que esta caracterización es esencial para evaluar el rendimiento y la adaptabilidad de las accesiones, lo que contribuye al mejoramiento sostenible de este cultivo.

Sin embargo, en los últimos años, los productores han identificado serias deficiencias en el cultivo de arveja, manifestadas en una baja calidad y rendimientos insuficientes. Esta problemática ha llevado a los agricultores a buscar variedades mejoradas que optimicen su producción (Valdez, 2017). No obstante, existen escasas investigaciones centradas en la caracterización de accesiones de arveja para identificar aquellas con mayor rendimiento y adaptabilidad.

En este marco, la presente investigación tiene como objetivo principal caracterizar agromorfológicamente las accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) conservadas en el Banco de Germoplasma del INIA-Perú. Este estudio busca generar información relevante que permita mejorar la productividad y calidad del cultivo, promoviendo así el desarrollo agrícola, el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y el bienestar de los productores en el ámbito nacional.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

En el año 2023 la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) en el Perú alcanzo un total de 141 523,89 toneladas, siendo Cajamarca la región con mayor superficie sembrada (MINAGRI, 2023). A sí mismo es un cultivo de mayor importancia, debido a su alto valor nutricional siendo valorado y reconocido en nuestro país llegando a beneficiar a los productores por su rentabilidad y su consumo dado que contiene 6.3% de carbohidratos y proteínas (Coaquira et al., 2021).

El Banco de Semillas del Perú, colecciona más de tres mil accesiones de leguminosas provenientes de diferentes regiones de nuestro país, por lo que se encuentran conservadas en el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, una de estas accesiones es la arveja (MINAGRI, 2019). Además cada año la institución junto a diversos programas desarrollan tecnologías calificadas que puedan aumentar una producción sostenible, rentabilidad y diversificar la producción mediante la caracterización morfológica, es decir se van actualizando nuevos datos de rendimiento, en cuanto a la arveja existe muy poca información e investigación de caracterización morfológica lo cual es necesario estudiar detalladamente el potencial de cada accesión, utilizando descriptores que ayuden en la clasificación y almacenamiento del cultivo (INIA, 2024).

Por lo tanto, esta investigación se desarrolló con el objetivo de caracterizar las accesiones de arveja que conforman el Banco de Germoplasma del INIA, con el propósito de contribuir con información actualizada para los agricultores e investigadores.

### **1.2 Formulación del problema**

#### **1.2.1 Problema general**

¿Cuáles son las características agro morfológicas de las accesiones de arveja que conforman el banco de germoplasma del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral?

## **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuáles son las características morfológicas de las accesiones de arveja que conforman el banco de germoplasma del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral?

¿Qué características agronómicas presentan las accesiones de arveja que conforman el banco de germoplasma del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Caracterizar agro – morfológicamente las accesiones de arveja que conforman el banco de germoplasma del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral.

### **1.3.1 Objetivo específico**

Determinar cuáles son las características morfológicas de las accesiones de arveja que conforman el banco de germoplasma del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral.

Identificar qué características agronómicas presentan las accesiones de arveja que conforman el banco de germoplasma del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral.

## **1.4 Justificación de la investigación**

Este proyecto de investigación sobre la caracterización agro morfológica de las accesiones es un trabajo muy amplio, donde nos ayuda a determinar el comportamiento y las características fundamentales de forma cuantitativa y cualitativa del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). De tal manera que la caracterización obtenga buenos resultados, en la realización a través de una serie de evaluaciones determinadas a la planta, al fruto y las semillas, todo esto para brindar una información detallada al momento de conservar el material genético que posee la planta, y de esta manera poder ayudar a los agricultores para seguir creando nuevas variedades del cultivo de arveja.

## **1.5 Delimitación del estudio**

Esta investigación fue realizada en la Estación Experimental Agraria Donoso, INIA – Perú. Ubicado geográficamente en el km 5.6 de la carretera Chancay – Huaral, provincia de Huaral, departamento Lima con coordenadas latitud sur  $11^{\circ} 29' 27''$ , longitud oeste  $77^{\circ} 12' 15''$  y altitud de 188 m.s.n.m.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes nacionales

Román et al. (2017) evaluaron las diferentes características agronómicas que existen entre ambos ecotipos. Obteniendo como resultado que la arveja boca negra (V2) tuvo un alto porcentaje de germinación del 94,43%, altura de floración de 107cm, su precocidad fue la de menor en días de floración en 65 días, el número de granos por vainas fue mayor con 5,66 y su rendimiento alcanzó el 5 976 kg/ha. Mientras que la arveja blanca (V2) tuvo un rendimiento menor de 2 607 kg/ha, siendo la única en llegar en altura de planta a los 30 días después de la instalación. Además, los autores mencionan que entre ambos ecotipos no hubo diferencias significativas.

Rodríguez (2015) evaluó el comportamiento agronómico de los 12 cultivares de arveja de tipo industrial y seleccionó las variedades que presentan un mejor atributo y rendimiento agronómico. Llegando a obtener las variedades Quantum, Kapiss y Early Perfection un mayor rendimiento de 12,55 vainas por planta, las variedades con mayor número de granos de 8,20 fueron Recruit y Sabre. La variedad que alcanzó la mayor longitud de vainas fue Sabre de 9,73 cm. Y en cuanto a los rendimientos de vainas verdes del 11 403,0 kg ha<sup>-1</sup> la obtuvo la variedad Quantum.

Aquino (2023) evaluó el comportamiento productivo de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) para grano verde, bajo tres dimensiones de siembra. Obteniendo que la mayor altura (7,57) y peso de grano verde (57 gr) fue la variedad boca negra con densidad D3 y de igual forma dicha variedad con densidad D1 alcanzó un rendimiento de 11,06 t ha<sup>-1</sup>, además la variedad azul sometido a la densidad D1 logro superar en número de flores (21,40) y vainas (18,75).

Collazos et al. (2018) evaluaron el comportamiento de tres variedades de arveja aplicadas con fertilizantes químico y orgánicos, los resultados obtenidos mostraron una gran diferencia significativa entre los tratamientos, donde el T9 (arveja gruesa + fertilizante) logró mayor altura de planta, mientras que el T3 se destacó por obtener el mayor número de vainas por planta con 28,8. Y en cuanto a los resultados con diferencias significativas respecto a los

demás tratamientos obtuvieron mayores pesos de vaina verde y rendimiento de 6 408,3 kg ha<sup>-1</sup> y 3 022,2 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente con el T9.

Ruiz (2019) evaluó las variedades de arveja con mejores atributos agronómicos, mostrando resultados en cuanto la vaina verde (9 689,2 kg ha<sup>-1</sup>) la variedad Remate; en grano verde (9 507,9 kg ha<sup>-1</sup>) lo presentó la variedad Alderman; en grano seco (1 064,81 kg ha<sup>-1</sup>) y vainas por planta (39,7) fue obtenida por la variedad Usui. Además, añade que en las variedades mejoradas la altura fue de 3,95 a 7,53 cm.

### **2.1.2 Antecedentes internacionales**

Proaño (2021), realizó la caracterización agro morfológica de 20 accesiones de arveja del banco activo de semillas de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Teniendo como resultados que las accesiones presentaron variaciones en plantas germinadas mostrando como mejor accesión a UTC-ARV-005 alcanzando el 85,4%, y las accesión que tuvo mayor altura de 71,4 fue: UTC-ARV-012 que también tuvo ventaja en la floración de un periodo de 42 días y junto a la accesión UTC-ARV-014 llegaron a lograr más de tres flores por nudos obteniendo mayor cantidad de vainas, y las accesiones con un área de folio mayor fueron: UTC-ARV-011 y UTC-ARV-015 y la accesión UTC-ARV-014, mostró vainas de forma ancha y largas. El autor concluye que en su investigación noto las diferencias morfológicas y agronómicas, pudiendo determinar la gran diversidad genética que existen entre las accesiones.

Rosero y Checa (2021), realizaron la caracterización morfológica y clasificación jerárquica de 40 genotipos de arveja arbustiva en Pasto – Colombia. Para las variables cuantitativas seleccionaron cuatro componentes que fueron el 78,80% de la población, encontraron que los grupos 1 y 2 tienen el gen afilo llegando a ser importante para el mejoramiento de arveja, el grupo uno mostró el mayor peso en cuanto a la semilla y el grupo que reaccionó de forma exitosa al mildiú polvoroso fue el grupo cuatro. Y para las variables cualitativas fueron seleccionados seis factores principales que determinan el 60,51% de la población y la clasificación de forma jerárquica se dio en la creación de grupos de cinco. Añaden que las características cualitativas influenciaron en la caracterización del fruto.

Tasnim, et al (2022), investigaron la relación de rasgos cuantitativos en diferentes caracteres morfológicos de guisante (*Pisum sativum* L.). Obteniendo a las variables: altura de planta,

peso de 100 semillas y rendimiento de semillas/parcela” con presencia de alta heredabilidad. Así mismo la variable “longitud de vaina” mostro correlación positiva siendo altamente significativa entre las variables: ancho de vaina y peso de 100 semillas, por otro lado, la variable “días a la primera floración” indico una correlación negativa con las variables “longitud de vainas” y “peso de 100 semillas”. Finalmente, la variable “rendimiento del cultivo” evidencio una correlación positiva considerable y altamente significativa con los caracteres asociados, por lo que determinaron que el rendimiento alcanzaría al incrementarse con la longitud de la vaina, altura de la planta, la longitud de la vaina, los días hasta la madurez, vainas/planta y las semillas.

Checa et al. (2017) realizaron la evaluación Agronómica y económica de arveja arbustivas durante diferentes épocas de siembra y tutorado, teniendo como resultado que las accesiones UN6651 y UN5174 obtuvieron el mayor peso y rendimiento y la accesión UN6651 tuvo mejor respuesta al porcentaje de vainas sanas.

Castro (2017) desarrolló la caracterización de cuatro variedades de arveja observó que el déficit de estrés hídrico no obtuvo los mejores resultados a lo largo del periodo del cultivo, en cuanto al periodo de floración de la variedad Alcalá lo logró en 25 días. Concluyendo que Alcalá consiguió el 43 % de altura comparada con la variedad Horeb, del mismo modo Alcalá con una altura del 19% sobre paso a la variedad Santa Israel.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Origen**

Cásseres (1981) afirma que el origen de la arveja inició desde la edad de piedra, por lo que se estima a Etiopía como el lugar que tuvo mayor eventualidad en los diferentes cultivares de arveja. Por otro lado, Suasnabar et al. (2021) determina que la arveja es originaria desde el Mediterráneo hasta el suroeste de Asia, durante los años 7 000 – 6 000 a.c. lo cual significa que es el cultivo más antiguo. Algo similar ocurre con Rondinel (2014) ya que indica la referencia del lugar de nacimiento fue en el Oriente Mediterráneo, dando a conocer que se encontró la mayor especie cultivada en esta zona.

Por lo tanto, la arveja se fue extendiendo en diferentes áreas del mundo, comprendiendo Asia central, el cercano Oriente, Etiopía y el Mediterraneo (Rojas, 2017). Sin embargo, se tiene mayor relevancia solo a Asia y Europa como principal punto de inicio, lo que posteriormente

se fue dispersando a diferentes continentes, llegando a ser la leguminosa más cultivada por todo el mundo (Chuquín y Paredes, 2012).

### 2.2.2 Taxonomía

Para Strasburger (1986), la taxonomía de la arveja se divide de esta manera:

Reino	: Eukaryota
División	: Spermatophyta
Sub división	: Magnoliophytina (Angiospermae)
Clase	: Magnoliatae (Dicotyledoneae)
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae (Papilionaceae)
Género	: Pisum
Especie	: <i>Pisum sativum</i> L.

### 2.2.3 Morfología

#### a. Raíz

Es muy notable la distribución de la raíz de la arveja, es decir, la estructura es fibrosa, cuenta con nudosidades que son elaboradas por la bacteria *Rizhobium leguminosarun*, creando los nódulos radiculares que serán los fijadores del nitrógeno obtenido por el aire (Narváez, 2005).

#### b. Tallo

Como señala Anchivilca (2018) el tallo de la arveja es muy frágil por lo que es necesario utilizar un tutorado para que la planta durante su desarrollo se pueda guiar a través de sus zarcillos. Por otro lado, Barzola y Hermitaño (2018), mencionan acerca de las variedades que utilizan una guía para su crecimiento, dichas variedades tienden a presentar su desarrollo de manera erecta, llegando a tener entre 12 a 16 nudos, además señalan que las ramas con mayor grosor empiezan a tenderse, esto hace que la planta adquiera mayor crecimiento en las hojas, nudos, foliolos y vainas llegando al suelo por su peso.

### **c. Hojas**

Según Rondinel (2014), las hojas del cultivo de arveja son de tipo compuesta, llegando a tener entre uno a cuatro pares de folíolos, su forma es pinnada con bordes enteros o dentados de las cuales los últimos pares dan inicio a los zarcillos que sirven para que la planta pueda trepar y sostenerse. A sí mismo, menciona también sobre las estipulas que llegan a ser más grandes que los folíolos, mientras que en cultivares ambos llegan a ser muy grandes.

### **d. Flor**

Valdez (2017) se refiere que las flores de arveja son de tipo amariposadas presentando colores blancos o púrpura además tienen alas oscuras al estandarte, en la parte de las estipulas tiene una inserción de tipo axilar, en forma de corazón mientras que los bordes de la base presentan formas dentadas. La flor de color morado en algunas especies es debido a que estas flores almacenan el pigmento de antocianina en condición de moléculas, mientras que las flores de color blanco no cuentan con dicha antocianina (Universidad de Waikato, 2011).

### **d. Inflorescencia**

En la inflorescencia las flores aparecen de tres formas: solas, en pares o en racimos. Por lo general son de color blanco, y de acuerdo a la variedad se presenta en color púrpura o violáceo. Se le llama a la inflorescencia “nudos reproductivos” debido por el lugar que se encuentra la inflorescencia, así mismo los números de nudos reproductivos dependerá del manejo del cultivo y las condiciones ambientales, a comparación de los cultivares semitardíos elaboran una cierta cantidad superior a los cultivares precoces (Soto, 2015).

### **e. Vainas**

El resultado final de la vaina varía de acuerdo a su forma, dimensiones y semillas, cada vaina llega a tener entre 4 a 12 semillas, las variedades mayormente suelen presentar en sus valvas una estructura tisular esclerenquimatosa o aminorada en variedades tirabeques (Vila, 2019).

### **f. Semilla**

Como detalla Mamani (2014), el aspecto de la arveja es globoso a globosa angular, llegando a medir de 3 a 5 mm, con una testa de color incoloro, verde, gris, café o violeta, teniendo una superficie rugosa o lisa.

## 2.2.4 Etapas Fenológicas

Por lo general las etapas fenológicas de *Pisum sativum* L. es explicada a través de la escala de Knott (1987), esta escala define y describe a la planta en cuatro etapas de desarrollo: emergencia, estados vegetativos, reproductivo y finalmente la senescencia (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Escala fenológica de Knott, 1987.*

Estados	Definición	Descripción
<b>Emergencia</b>	Semilla seca	
	semilla inhibida	
	Aparición radicular	
	Aparición de la plúmula y la radícula	
	Emergencia	
<b>Vegetativos</b>	1er nudo visible	Hoja totalmente desplegada sin zarcillos
	2do nudo visible	Hojas con un par de foliolos y zarcillo simple
	Enésimo nudo en tallo principal	n número de nudos en el tallo, con hojas expandidas
<b>Reproductivos</b>	Pimpollo floral encerrado en brácteas	Pequeño pimpollo encerrado en el ápice del tallo
	Pimpollo visible	Pimpollo expuesto por fuera de las brácteas
	1ra flor abierta	
<b>Fructificación</b>	Fijación de grano	Presencia de vaina inmadura
	Vaina plana	
	Vaina engrosada	Desarrollo completo de la vaina, pero con semillas inmaduras
	Llenado de grano	
	Semilla verde arrugada	Pérdida de humedad del grano, aun de color verde
	Semilla amarilla Arrugada	Cambio de color
<b>Senescencia</b>	Vainas inferiores secas (color marrón), vainas superiores en estado	
	Vainas superiores en estado	
	Todas las vainas de color marrón, Húmedo de cosecha	

*Nota.* Datos tomados de Aguilar y Mora (2019)

## **2.2.5 Necesidades edafoclimáticas**

### **a. Suelo**

El cultivo de arveja tiene mejores respuestas de desarrollo en suelos francos, que tenga buena permeabilidad y el drenaje que sea ligeramente tolerante en cuanto a la acidez, así mismo debe ser muy sensible a la salinidad haciendo que su pH se encuentre entre los 5.50 a 6.70 (Ugás et al., 2000). Teniendo en cuenta las opiniones de Cubero y Moreno (1983), afirman que si el suelo tiene exceso de salinidad hace que la arveja tenga un desequilibrio en los iones por la alta concentración de sodio, lo que significa que la arveja no aguantaría.

### **b. Luz**

Camarena et al. (2014) señala que durante la etapa de floración es recomendable que las horas de luz se encuentren superior a nueve al igual que la intensidad lumínica, además va depender mucho del tipo de arveja ya que existen variedades que requieren menos horas de luz como el caso de las variedades precoces.

### **c. Humedad relativa**

Para Kay (1979) la precipitación debe ser pluvial y uniforme la cual debe encontrarse entre los 800 a 1 000 milímetros de agua. En cuanto al riego Ugás et al. (2000) aconseja que deben ser moderadamente frecuentes, sobre todo cuando en la época de floración y el desarrollo de las vainas, de esta manera se logra prevenir el exceso de humedad. Por otro lado, Santos et al. (2014) afirman que las plantas debían ser regadas durante 70 días para mantener los requerimientos hídricos del cultivo en condiciones favorables para su desarrollo.

### **d. Temperatura**

La planta de arveja soporta muy bien el clima frío y templado, llegando a germinar a una temperatura de 10° C, aunque las heladas y granizadas le causan daños en el desarrollo fenológico (plantas jóvenes. flores, vainas tiernas, etc.), teniendo como resultado granos pequeños para la producción (Cántaro, 2019). Así mismo Ruiz (2019) menciona que las temperaturas óptimas para el cultivo se encuentran variando por debajo de los 5 a 7°C, mientras que a temperaturas entre 16 a 20°C son las que favorecen el desarrollo vegetativo,

por otro lado, en temperaturas altas se suele complicar su desarrollo es por ello que en la costa se siembra en invierno.

Por otro lado, las opiniones de Nonnecke et al. (1971) nos advierten que en caso exista una alteración climática de frío a cálido en la etapa de floración, existe una reducción del tamaño y cantidades de vainas lo que se disminuirá el rendimiento. Esto muestra que mientras va aumentando la temperatura las vainas maduras se mantienen ya que los azúcares se encuentran contenidos en hemicelulosas y almidón además esto hace que la calidad se vea disminuida (Kumar y Choudhary, 2014).

## **2.2.6 Manejo agronómico del cultivo**

### **a. Preparación del terreno**

Como lo hace notar Galindo (2020), el terreno donde se establecerá el cultivo se le debe incorporar labranza, aplicaciones de enmiendas, adecuadas labores previas a la siembra que dependen de la condición y rotación del terreno. Así mismo Briones et al. (2016) mencionan que la labranza ayuda correctamente en el suelo ayudando al desarrollo de las raíces además influye a que la germinación sea pareja.

### **b. Selección de semilla**

De acuerdo con SENASA (2020) indica que para la selección de la semilla es recomendable considerar las condiciones ambientales del lugar como también la resistencia de las plagas y enfermedades. Por lo que Checa et al. (2019) consideran que una buena semilla debe estar compuesto por los siguientes atributos:

- *Físicos*. Es aquella semilla que mantiene su forma, apariencia dependiendo la variedad, con peso uniforme así mismo que se encuentre libre de daños e impurezas.
- *Fitosanitaria*. Semilla que no sea portadora de plagas y enfermedades, estar libre de virus y bacterias transmisibles.
- *Genética*. Semillas que aportan gran potencial de rendimiento y adaptabilidad.
- *Fisiológica*. Se encarga de que la semilla garantice la viabilidad de germinación bajo diversas condiciones la cual mostrará la uniformidad de la planta.

### **c. Siembra y densidad de las plantas**

La época de siembra debe concordar con la temporada de lluvias ya que la germinación de la semilla disponga de agua y suficiente humedad (Cadena et al., 2020). Además, para un buen uso de los nutrientes en la parcela, la densidad de siembra adecuada lo especifican Briones et al. (2016): distancia de surcos de 1,0 a 1,2 m, el ancho de surco recomendado es 40 cm, la distancia de golpe varía de 10 a 12 cm, la profundidad de siembra adecuada es de 3 a 5 cm y por último en cada golpe se sugiere sembrar de 2 a 3 semillas.

### **d. Tutorado de la planta**

Desde la posición de SENASA (2021), el tutorado permite obtener altos rendimientos y mejor calidad, por lo que las plantas que requieren la disposición de este sistema de tutorado tienen mayor aprovechamiento de la luminosidad, además se puede controlar con facilidad las plagas y enfermedad incluyendo la cosecha

### **e. Plagas y enfermedades**

En la opinión de IICA (1993), sostiene que la productividad y la calidad de la arveja es estropeada por números factores uno de ellos las plagas que afectan el umbral económico del cultivo. Así mismo Salazar (2022), da a conocer las siguientes plagas:

- *Liriomyza huidobrensis* (Mosca minadora), los daños son ocasionados por el adulto al momento de ovipositar, las larvas se alimentan de hojas y vainas.
- Trips (*Thysanoptera: Thripidae*), pequeñas manchas de color negra, encontrándose dispersas en el fruto.
- *Prodiplosis longifila* (Díptera: Cecidomyiidae), daños a nivel de hojas, brotes y vainas, deforman partes de la planta deteniendo su desarrollo.
- *Copitarsia sp.*, las larvas dañan el fruto y el grano que están en formación. Se puede identificar por las perforaciones ocasionadas.
- *Heliothis sp.*, el nivel de daño que ocasiona es severo, las larvas se alimentan de las flores originando que se caigan, las vainas son destruidas y disminuye el rendimiento.
- Áfidos (*Homoóptera: Aphididae*), ocasiona decoloración por succionar la savia de la hoja y tallos, provocando hojas maltratadas, amarillas y atrofia el crecimiento.

Acuña (2008) hace referencia a un listado de enfermedades y su agente causal que se presentan en el cultivo de arveja, siendo las siguientes:

- *Alternaria alternata* (mancha de la hoja), manchas color café presente en hojas, pecíolos, tallos y vainas.
- *Botrytis cinérea* (pudrición gris), lesiones necróticas de color café claro, ovales, afectando a hojas, flores, vainas.
- *Collectotrichum pisi* (antracnosis), manchas circulares necróticas con halo café oscuro, forma de acérvulos oscuros en el centro de las manchas.
- *Fusarium sp.* (fusariosis), raíces y cuellos enrojecidos, pudrición radicular, amarillez foliar con decoloración café y desecación de la planta.
- *Peronospora pisi* (mildiú), manchas cloróticas foliares, amarillo pálido con esporas de color gris presente en el envés de las hojas. Brotes terminales deformados.

## f. Cosecha

### *Grano verde*

la cosecha se realiza de manera manual, posteriormente a la floración entre los 20 a 25, este proceso es ejecutado cuando las vainas se encuentren tiernas con los granos formados completamente, además el rendimiento en grano verde puede llegar hasta los 0.9 kg/m<sup>2</sup> (Carapaz y Román, 2012).

### *Grano seco*

Peralta et al. (2013) propone la cosecha para el grano seco, la cual es desarrollada cuando la planta presenta amarillamiento siendo el último estado fenológico originando el secado de las vainas, la cual también se realiza manualmente.

## 2.3 Definición de términos básicos

- **Accesiones:** Consiste en la identificación de semillas y plantas, donde se les registran por códigos que comprende entre letras y números esto sirve para su diferenciación entre las demás accesiones que se encuentran en el banco de germoplasma.
- **Banco de Germoplasmas:** Es la conservación de diversos materiales genéticos de diferentes cultivos y sus especies silvestres.

- **Caracterización:** Es una herramienta útil para el estudio de recursos fitogenéticos de un país que cuenta con alta diversidad de flora (Núñez y Escobedo, 2015).
- **Conservación:** Mantener en un buen estado la semilla, en condiciones determinadas para que no se estropeen los recursos naturales.
- **Cualitativo:** Son los aspectos no numéricos, que describen a simple vista la forma, superficie y color de la planta, flores, hojas, etc. (Alan y Cortez, 2018).
- **Cuantitativo:** Abarca la parte numérica, todo lo que se pueda medir y contar, de la planta incluyendo los frutos. (Alan y Cortez, 2018).
- **Descriptor:** Otorgan una lista estándar de atributos que son utilizados para caracterizar, clasificar unidades, existen varios tipos de descriptores en el caso de la agricultura se utiliza los descriptores biológicos (Neira, 2008).
- **Material genético:** Obtenido de vegetales, animales o microbianos que posee información genética y sea transmitido a generaciones futuras.
- **Promisorias:** Especies vegetales con alto aprovechamiento agroindustrial.
- **Variabilidad:** Diversidad que existen en los genes de individuos de una población.

## 2.4 Hipótesis de la investigación

### 2.4.1 Hipótesis General

El Banco de Germoplasma de arveja (*Pisum sativum* L.) del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral, muestra una amplia diversidad respecto a los caracteres morfológicos de las 25 accesiones.

### 2.4.2 Hipótesis específicas

Existe una amplia variabilidad en las características morfológicas de las 25 accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) que conforman el Banco de germoplasma del INIA – Perú en la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral.

Existen algunas accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) del Banco de germoplasma del INIA – Perú en la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral con adecuadas características agronómicas para su uso en el mejoramiento genético.

## 2.5 Operacionalización de variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Caracterización agro morfológica (V. Dependiente).	Parte externa de los órganos que componen el cuerpo de la planta (raíces, tallos, hojas, flores, frutos, etc.)	Caracterización agro morfológica de las especies de <i>Pisum sativum</i> L.	Descriptores cualitativos y cuantitativos	Ordinal cuantitativa
Accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. (V. Independiente)	<i>Pisum sativum</i> L. especie de la familia Leguminoceae, en el Banco de Germoplasma del INIA, Perú	Accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. que presentan diferentes características agro morfológicas	-Estructura vegetativa -Inflorescencia - Fruto - Semilla	Ordinal cualitativa

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño metodológico

#### 3.1.1 Ubicación

El trabajo de investigación se desarrolló en la E.E.A. DONOSO, INIA Perú ubicado geográficamente en la carretera Chancay – Huaral km 5,6 en la provincia Huaral, departamento Lima.

#### 3.1.2 Diseño experimental

El diseño se ajustó a un diseño sistematizado, siendo de naturaleza descriptiva, no experimental, el cual constó de 25 accesiones con 12 repeticiones.

#### 3.1.3 Tratamientos

*Tabla 3*

*Accesiones de Pisum sativum L. del banco de germoplasma INIA*

ACCESION	CÓDIGO NACIONAL	IDENTIFICACION
p.s 0001	PER012546	Azul
p.s 0004	PER012549	Huamachuco
p.s 0005	PER012550	Lincoid Sausa
p.s 0007	PER012552	Junin 101
p.s 0008	PER012553	Compuesto 33
p.s 0009	PER012554	Compuesto 44
p.s 0011	PER012556	Compuesto 46
p.s 0012	PER012557	Compuesto 54
p.s 0012-A	PER012558	Compuesto 54-A
p.s 0013	PER012559	Compuesto 57
ps 0013-A	PER012560	Compuesto 57-A
ps 0016	PER012563	Ac-1032-I-669
p.s 0017	PER012564	N N-1
ps 0018	PER012565	N N-2
p.s 0019	PER012566	N N-3
ps 0020	PER012567	Barbilla
p.s 0026	PER012571	Criolla ferreñafe (Arvejon ferreñafe)
p.s 0030	PER012574	Criolla churcampa
p.s 0035	PER012577	Acc.1032-A
p.s 0036	PER012578	NN 1-A
p.s 0040	PER012582	Echo
p.s 0045	S/C1	Blanca achatada
p.s 0046	S/C2	Leche
p.s 0048	S/C3	Remate
p.s 0053	S/C4	Arveja azul criollo

\*p.s: *Pisum sativum*, S/C: Sin Código

### **3.1.4 Variables a evaluar**

Se evaluaron un total de 49 variables morfológicas mediante un descriptor morfológico utilizado para la caracterización, donde se describen caracteres cuantitativos y cualitativos. Por lo tanto, se divide en 22 variables cuantitativas y 27 variables cualitativas, siguiendo como guía el descriptor estructurado por Escobar et al. (1989) la cual está siendo gestionado como prueba en el INIA.

### **3.1.6 Conducción del experimento**

#### **a. Preparación del terreno**

En la preparación de terreno de utilizo maquina agrícola para el surcado, de las cuales se obtuvo un total de 15 surcos a una distancia de 2 metros entre cada surco, mientras que la distancia de una aceción fue de 3.30 m lo que significa que en una aceción se tuvo 12 golpes de 0,30 m, por lo cual la distancia entre las aceciones fue de 2 metros.

#### **b. Desinfección de la semilla de arveja**

En cuanto a la desinfección de semillas se utilizó captan 200 g/L + carboxin 200 g/L, que fue mesclado con agua y se remojó las semillas por cada aceción, la cual se agito hasta que las semillas pintaron de color rosado.

#### **c. Desinfección de hoyos**

En cuanto a la desinfección de hoyos se utilizó 150 ml de oxamil + 50 ml de Phyton + 50 ml de metaminfos + 15 ml de Ph, donde se echó por cada hoyo antes de proceder a sembrar.

#### **d. Siembra de las semillas**

Para la realización de la siembra fue de manera directa, empleando en cada golpe tres semillas a una profundidad de 5 cm y un distanciamiento de golpes de 30 cm.

#### **e. Riegos**

Para el riego de las aceciones se realizó por gravedad durante uno y dos días a la semana, dependiendo a las necesidades requeridas por el cultivo.

## **f. Control de Plagas y enfermedades**

En el control de plagas y enfermedades que se presentaron se usaron trampas de plásticos amarillos por cada 8m siendo colocados en los espacios entre cada suco. Del mismo modo se utilizaron productos de aplicación como: 15 ml de pH, 50 ml de Aminovigor, 20 ml de confidor y 15 gr de Acetamiprid.

## **g. Cosecha**

En la recolección de frutos de arveja se comenzó a los tres meses después de la instalación, siendo recolectados por cada día 10 frutos por accesión.

## **3.2 Población y Muestra**

### **3.2.1 Población**

La población fueron todas las accesiones conformadas por el banco de germoplasma de *Pisum sativum* L. del INIA. Teniendo 12 plantas por cada accesión, con un distanciamiento entre plantas de 0.30 m.

### **3.2.2 Muestra**

Las muestras utilizadas para la evaluación agronómica y morfológica, fueron tomadas de las diez centrales por cada una de las 25 accesiones de *Pisum sativum* L.

## **3.3 Técnicas de recolección de datos**

Las variables utilizadas en la recolección de los datos, fueron tomadas de Escobar et al. (1989) y añadiendo algunas variables cualitativas asignadas por los especialistas del INIA, donde se detallan los parámetros a evaluar, y se relaciona con el desarrollo morfológico cuantitativo y cualitativo del cultivo.

### **3.3.1 Descriptor: Germinación**

Se evaluó cuando más del 50% de los golpes en cada accesión tuvieron plantas emergidas.

- a. *Número de días de emergencia*: se evaluaron el número de días de emergencia, desde la siembra por cada accesión (dds).

- b. *Número de plantas germinadas*: se evaluaron el número de plantas germinadas por accesión (n).
- c. *Hábito de crecimiento*: **Ordinal**: 3=Arbusto, 5=Intermedio, 7=Postrado.

### 3.3.2 Descriptor: *Tallo*

- a. *Longitud de entrenudo*: Expresado en centímetros (cm).
- b. *Fasciación*: **Ordinal**: 1=Sin fasciación, 2=Con fasciación.
- c. *Presencia de antocianina en el tallo*: **Ordinal**: 1=Ausencia, 2=Presencia.
- d. *Nudos a primera flor*: Contar a partir de la 1° hoja primaria, encima de la base del tallo. **Ordinal**: 1=Precoces (7 a 11 entrenudos), 2=Intermedio (12 a 15 nudos entrenudos), 3=Tardío (16 a 21 entrenudos).

### 3.3.3 Descriptor: *Estipula*

- a. *Tipo de estipula*: **Ordinal**: 1=Normales, 2=Reducidas (*gene set*)
- b. *Anillo de antocianina*: **Ordinal**: 1=Ausente, 2= Un anillo, 3=Dos anillos.
- c. *Manchas grises en estípulas*: **Ordinal**: 1=Ausencia, 2=Pocas, 5=Intermedias, 7=Abundantes.

### 3.3.4 Descriptor: *Hoja*

- a. *Tipos de foliolos*: **Ordinal**: 1=Normal (Presencia de hojuelas y zarcillos), 2=Imporipinados (Hojuelas múltiples, sin zarcillos; *gene tl*), 3=Sin hojuelas (zarcillos múltiples; *gene af*), 4=Hojas múltiples imporipinadas (sin zarcillos; genes *af tl*), 5=Pocas hojuelas y zarcillos múltiples.
- b. *Forma de foliolos*: Se debe tomar en las hojas presentes, entre el primero y segundo nudo con inflorescencia. **Ordinal**: 1=Oblonga, 2=Ovada, 3=Oblonga-ovada, 4=Periforme, 5=Romboidal, 6=Obovada, 7=Intermedia (entre ovada y obovada ancha), 8=Ovada ancha, 9=Obovada ancha, 10=casi redonda, 11=solo zarcillo (no tiene foliolo). (Ver anexo 11).
- c. *Color de hojas*: **Ordinal**: 1=Verde amarillo, 2=Verde claro, 3=Verde, 4=Verde oscuro, 5=Verde azul.
- d. *Mancha de antocianina en las hojas*: **Ordinal**: 1=Ausencia, 2=Presencia.
- e. *Manchas grises en las hojas*: **Ordinal**: 1=Ausencia, 3=Pocas, 5=Intermedia, 7=Abundantes.

- f. *Cobertura cerosa en la hoja*: **Ordinal**: 1=Ausencia, 2=Presencia.
- g. *Margen foliar*: Debe tomarse al nivel del primero o segundo nudo con inflorescencias. **Ordinal**: 0=Ausencia, 1=Eterno, 2=Crenato, 3=Indentado, 4=Aserrado, 5=Indentado – aserrado, 6=Irregularmente indentado, 7=Irregularmente aserrado, 8=Irregularmente lobulado. (ver anexo 12).
- h. *Longitud de hoja*: Expresado en centímetros (cm).
- i. *Ancho de la hoja*: Se midió desde la parte más ancha de la hoja (cm).
- j. *Presencia de pedúnculo*: **Ordinal**: 1=Muy corto (casi sesil), 2=Un tercio más corto que la estipula aproximadamente, 3=Más o menos igual en longitud a la estipula, 4=Más largo que la estipula, 5=Mucho más largo que la estipula (2¾ más veces).
- k. *Color de pedicelo*: **Ordinal**: 1=Igual al color del pedúnculo, 2=De diferente olor al pedúnculo.

### 3.3.5 Descriptor: *Flor*

- a. *Días a la floración*: Comprendido desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% de flores por plantas se encuentren abiertas (dds).
- b. *Tipo de flor*: **Ordinal**: 1=sirio-egipcia, 2=asiática, 3=Central Europea, 4=Europea del Oeste. (ver anexo 13).
- c. *Color de la flor*: **Ordinal**: 1=Blanca, 2=Rosada, 3=Roja, 4=Roja púrpura, 5=Roja violeta, 6=Roja violeta-verdosa (desteñida), 7=Lila.
- d. *Longitud de pétalo*: Expresado en centímetros (cm).
- e. *Longitud de sépalo*: Expresado en centímetros (cm).
- f. *Longitud del estambre*: Expresado en centímetros (cm).

### 3.3.6 Descriptor: *Fruto*

- a. *Días a madurez en verde*: Desde la fecha de siembra hasta cuando el 90% de vainas en verde están lista para su consumo (dds).
- b. *Forma de la vaina*: Se debe tomar al momento de la cosecha como grano verde y del primer nudo con vaina. **Ordinal**: 1=Derecha con ápice obtuso, 2=Derecha con ápice agudo, 3=Derecha con ápice punteado, 4=Ligeramente cóncava con ápice obtuso, 5=Ligeramente cóncava con ápice agudo, 6=Cóncava con ápice obtuso, 7=Cóncava con ápice agudo, 8=En forma de sable con ápice obtuso, 9=En forma de hoz con ápice agudo, 10=Convexa con ápice obtuso. (ver anexo 14).

- c. *Color de la vaina inmadura*: **Ordinal**: 1=Amarillo, 2=Verde claro, 3=Verde, 4=Verde oscuro.
- d. *Presencia de antocianina en la vaina*: **Ordinal**: 0=Ausente, 1=Coloración violeta en el entorno de la vaina, 2=Coloración violeta continua.
- e. *Días a madurez fisiológica*: Desde la fecha de siembra hasta cuando el 80% de vainas han cambiado a un color amarillento (dds).
- f. *Días a madurez a la cosecha*: Días desde la siembra hasta cuando el 95 % de vainas están secas listo para la cosecha (dds).
- g. *Coloración de las vainas secas*: **Ordinal**: 1=Amarillo claro, 2=Café, 3=Café violeta, 4=Crema.
- h. *Arreglo de las semillas en las vainas*: **Ordinal**: 1=Dispersos (no se tocan entre sí), 2=Medianamente (se tocan, pero no se comprimen una con otra), 3=Comprimida (se comprimen una con otra), 4=Densamente comprimida (dan la impresión de un bloque).
- i. *Peso de la vaina*: Expresado en gramos (gr).
- j. *Longitud de las vainas*: Tomado en la madurez de vaina verde (mm).
- k. *Ancho de la vaina*: Tomado en madurez de vaina verde (mm).
- l. *Número de granos por vainas*: Promedio de las vainas cosechadas al azar (n).

### 3.3.7 Descriptor: *Semilla*

- a. *Color de la semilla*: **Ordinal**: 1=Amarillo, 2=Amarillo anaranjado, 3=Verde amarillo, 4=Verde, 5=Verde oscuro, 6=Amarillo rosa, 7=Verde oliva, 8=Café rosa, 9=Con tintes violeta en fondo café amarillento, 10=Con tintes violeta en fondo verdoso, 11=Moteado café y violeta, 12=Violeta oscuro a casi rojo.
- b. *Color Hilium*: **Ordinal**: 1=Amarillo blanquecino, 2=Café claro, 3=Café, 4=Café oscuro, 5=Negro.
- c. *Forma de grano*: **Ordinal**: 1=Redondo, 2=Redondo angular, 3=Angular, 4=Oval elongada, 5=Completamente esférica, 6=Aplanada, 7=Rectangular (varias formas), 8=Irregularmente comprimida. (ver anexo 15).
- d. *Superficie del grano*: **Ordinal**: 1=Lisa, 2=Lisa con arrugamiento, 3=Con agujeritos, 4=Ligeramente rugosa, 5=Rugosa. (ver anexo 16).
- e. *Longitud de grano*: Medido en milímetros (mm).
- f. *Ancho de grano*: Medido en milímetros (mm).

### **3.3.8 Descriptor: Cosecha**

- a. *Peso de 100 semillas*: Expresado en gramos (gr).
- b. *Peso de la muestra*: Peso total en gramos de la parcela (gr).
- c. *Rendimiento por planta*: Rendimiento obtenido por planta en gramos. Se divide el peso total entre el número de plantas cosechadas (gr).
- d. *Rendimiento por hectárea*: Se obtiene por regla de tres simple del área de parcela a ha (t/ha).

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Una vez que se obtuvieron los datos recopilados en el campo a través de los descriptores morfológicos, fueron analizados mediante el software estadístico Rstudio y el software estadístico Infostat, donde se determinó el análisis estadístico descriptivo para las variables cuantitativas y cualitativas, el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de conglomerados (*Cluster analysis*)

#### **3.4.1 Estadística descriptiva**

##### **a. Descriptores cuantitativos**

Para el procesamiento de los análisis estadísticos de los descriptores cuantitativos, se analizaron los máximos (máx.) y los mínimos (min.) de los datos de cada variable cuantitativa, como también se analizó la media aritmética (mean) de los datos de cada variable, además del mismo modo se calculó la desviación estándar (D.E.).

En cuanto a la determinación del coeficiente de variación (CV%) se utilizó la siguiente escala: donde los valores que fueron menores al 10.0% presentan datos muy homogéneos, los valores que se encontraron entre 11 % y 20 % muestran datos homogéneos, valores que tuvieron un intervalo de 21% a 25% determinan datos variables y los valores que fueron mayores a 26.0% significa que los datos son muy variables (Gamarra et al., 2015).

##### **b. Descriptores cualitativos**

Los datos recopilados de los descriptores cualitativos fueron analizados mediante la frecuencia absoluta y relativa. Debido a la cantidad de los datos (27 variables), se empezó

con el uso de la tabla de frecuencia, la cual nos ayudó a organizar de forma resumida los valores individuales (Triola, 2004).

Mediante el índice de Shannon y Weaver ( $H'$ ) se determinó la escala de variabilidad, a través de la siguiente fórmula (Weaver, 1943):

$$H' = - \sum p_i * \ln(p_i)$$

$H'$ : Índice de Shannon y Weaver

$P_i$ : Frecuencia relativa

$\ln$ : Logaritmo natural

De acuerdo con la fórmula del Índice de Shannon y Weaver ( $H'$ ), se definió la escala de variabilidad en tres niveles según Eticha ed al. (2005): variabilidad baja (0.10 – 0.39), variabilidad intermedia (0.40 – 0.60) y variabilidad alta (>0.60), esta escala nos ayuda a reconocer a los descriptores cualitativos que tienen mayor variabilidad.

### **3.4.2 Análisis de componentes principales (PCA)**

Se hizo uso de descriptores cuantitativos, donde los datos recolectados fueron sometidos a la técnica multivariada de análisis de componentes principales (PCA) para la extracción de nuevas variables que al ser analizadas se obtuvo información importante (Abdi & Williams, 1958). El objetivo de utilizar este análisis según Argibay (2011), es la reducción bidimensional de los datos cuantitativos, lo que determinará su disminución mediante el valor propio (Eigen-value) que se proporciona a cada componente principal, así mismo el valor propio se calcula minimizando los datos de la desviación estándar (D.E.) de cada variable y es representado por el gráfico de sedimentación donde se conservan las variables con un Eigen-value mayor a uno.

#### **a. Análisis de correlación parcial**

Una vez obtenidos los componentes principales con un valor mayor a uno, se procedió a realizar el análisis de correlación con los descriptores cuantitativos, en este análisis de correlación por lo general los dos primeros componentes principales son los que obtienen mayor cantidad de correlación con las variables, en algunas ocasiones se considera hasta el tercer componente principal. Normalmente se utilizan los dos primeros componentes

principales ya que el primer componente hace referencia al eje X y el segundo componente al eje Y. Estos componentes ayudaron para la obtención de la distribución de individuos, el círculo de correlación en caso de las variables y la correlación de accesiones entre variables.

### **3.4.3 Análisis de conglomerados (Cluster analysis)**

Las 25 accesiones (individuos) fueron agrupadas en cuatro clusters empleando el método jerárquico de Ward para ello se usó como representación la varianza de los componentes principales cuya finalidad fue de disminuir la dispersión de los clusters formados permitiendo conglomerar a los individuos (Dongo, 2017). Además, para el distanciamiento de la formación de los clusters se eligió la distancia Euclídea como escala de asociación. Por ello este análisis fue visualizada en un dendrograma, donde se tuvo tres particiones siendo la primera al inicio de la formación de las dos divisiones, la segunda partición fue a la altura de la división I es ahí donde se formó dos clusters, la última partición se encontró a la altura de la división II siendo fraccionado en dos clusters.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 5.1 Estadística descriptiva

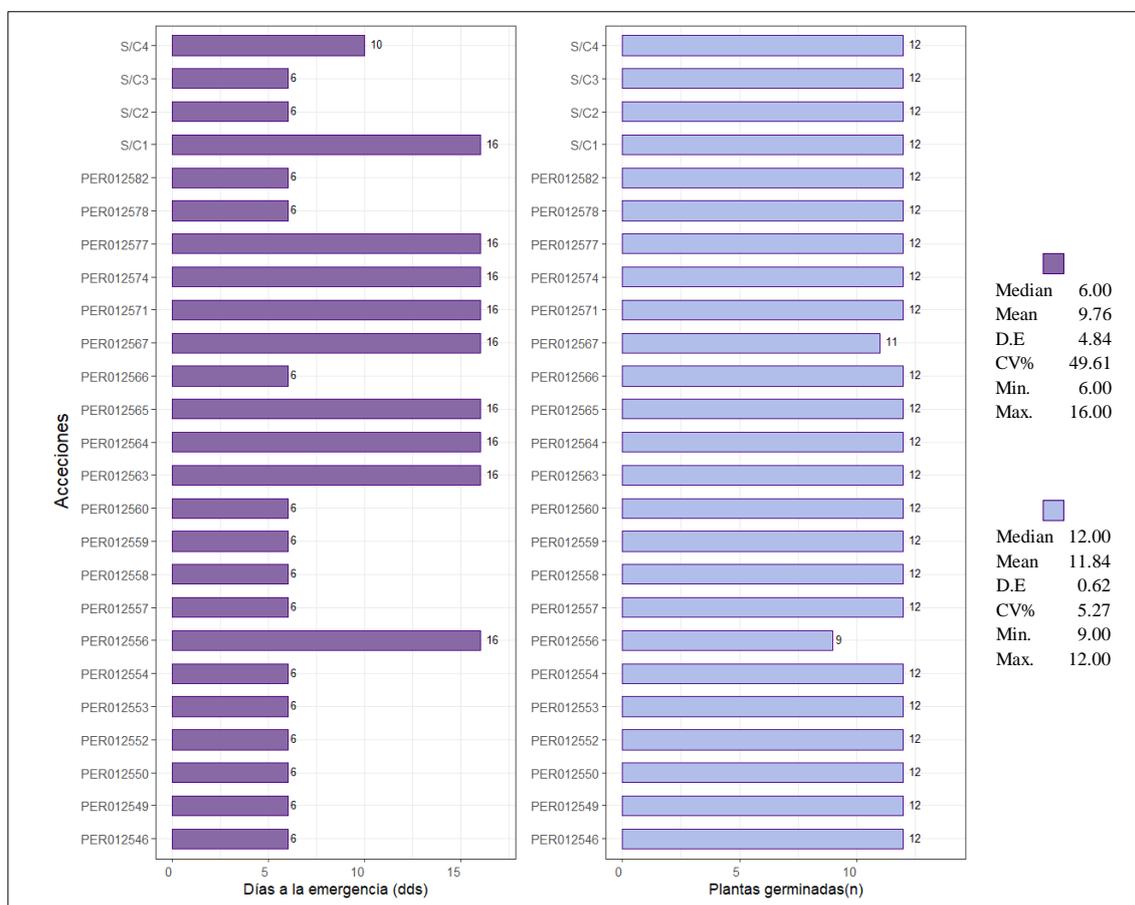
#### 5.1.1 Descriptores cuantitativos

##### a. Días a la emergencia (dds) y número de plantas germinadas (n)

En la variable “días a la emergencia (dds)” se evaluó el 50% de plantas emergidas después de la siembra, de tal modo que los días variaron entre los primeros 6 y 16, teniendo un promedio del 9,76 dds y un coeficiente de variabilidad del 49,61% indicando que los datos recopilados son muy variables. Mientras que la variable “número de plantas germinadas” varió entre 9 y 12 plantas germinadas, obteniendo un promedio de 11,84 plantas, con un coeficiente de variación del 5,27%, lo cual nos indica que los datos son muy homogéneos (Figura 1).

**Figura 1**

*Días a la emergencia (dds) y número de plantas germinadas (n) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*

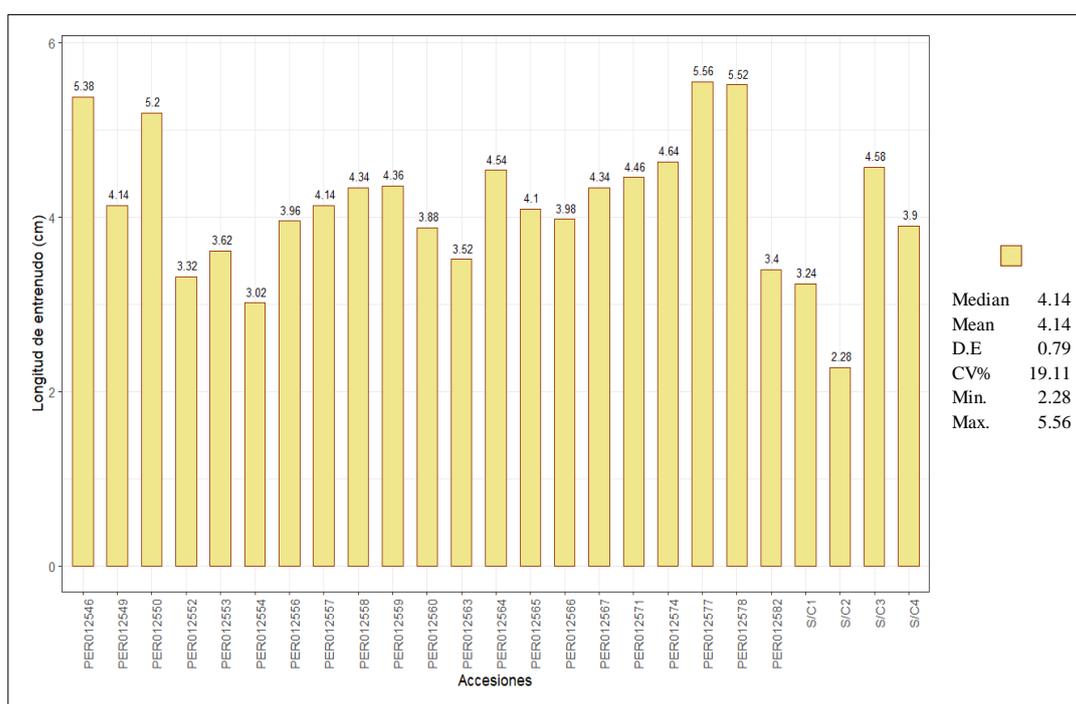


## b. Longitud del entrenudo (cm)

En la variable “longitud de entrenudo (cm)” se obtuvo un promedio final del 4,14 cm, siendo el mínimo de 2,28 cm (S/C2) y el máximo de 5,56 cm (PER012577), con un coeficiente de variación del 19,11% en otras palabras la variable presentó datos homogéneos (Figura 2).

**Figura 2**

*Longitud del entrenudo (cm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*

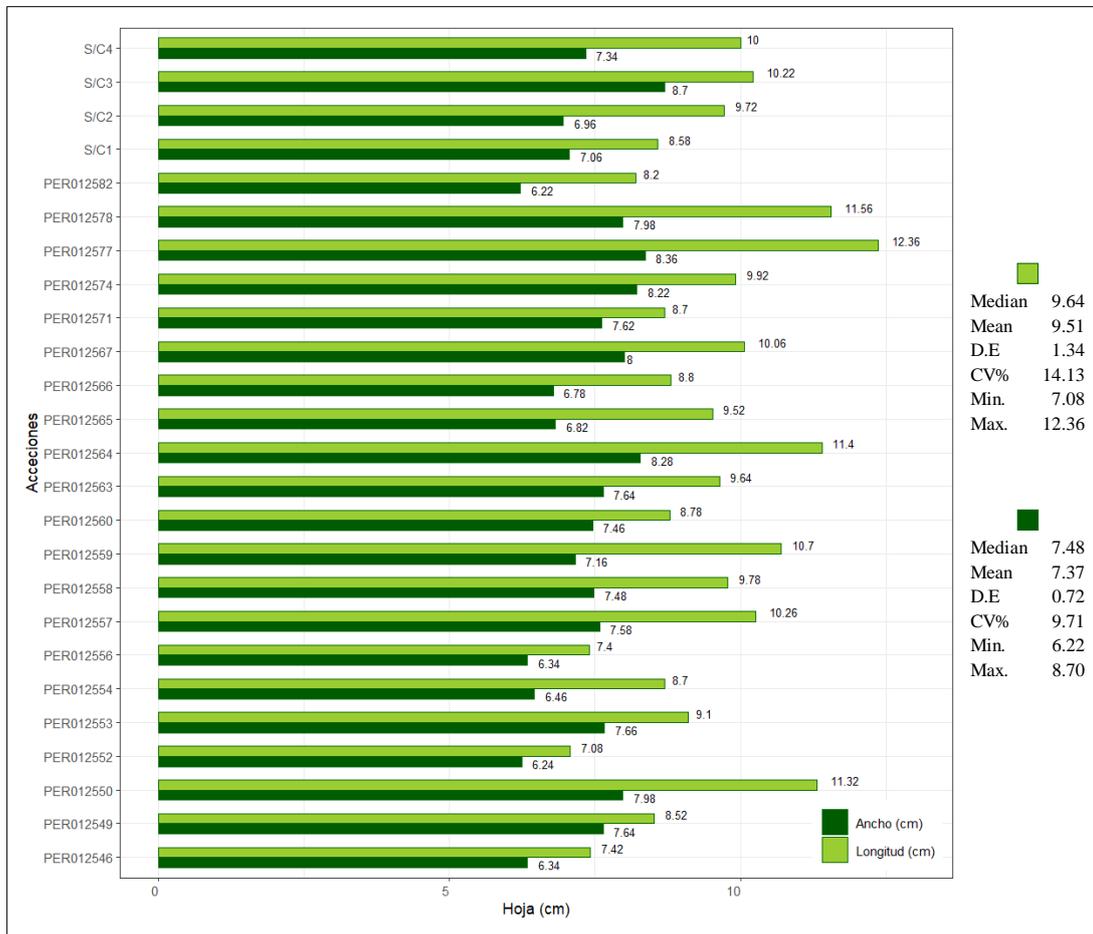


## c. Longitud y ancho de hoja (cm)

El promedio final de la variable longitud de hoja (LH) fue de 9,51 cm, variando entre los 7,08 cm (PER012552) y 12,36 cm (PER012577), además su coeficiente de variación fue de 14,13% lo cual significa que los datos son homogéneos. Por otra parte la variable ancho de hoja (AH) tuvo una variación entre los 6,22 cm (PER012582) y 8,70 cm (S/C3), obteniendo un promedio final del 7,37 cm, indicandonos un coeficiente de variación de 9,71% esto quiere decir que los datos son muy homogéneos (Figura 3).

**Figura 3**

*Longitud y ancho de la hoja (cm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*

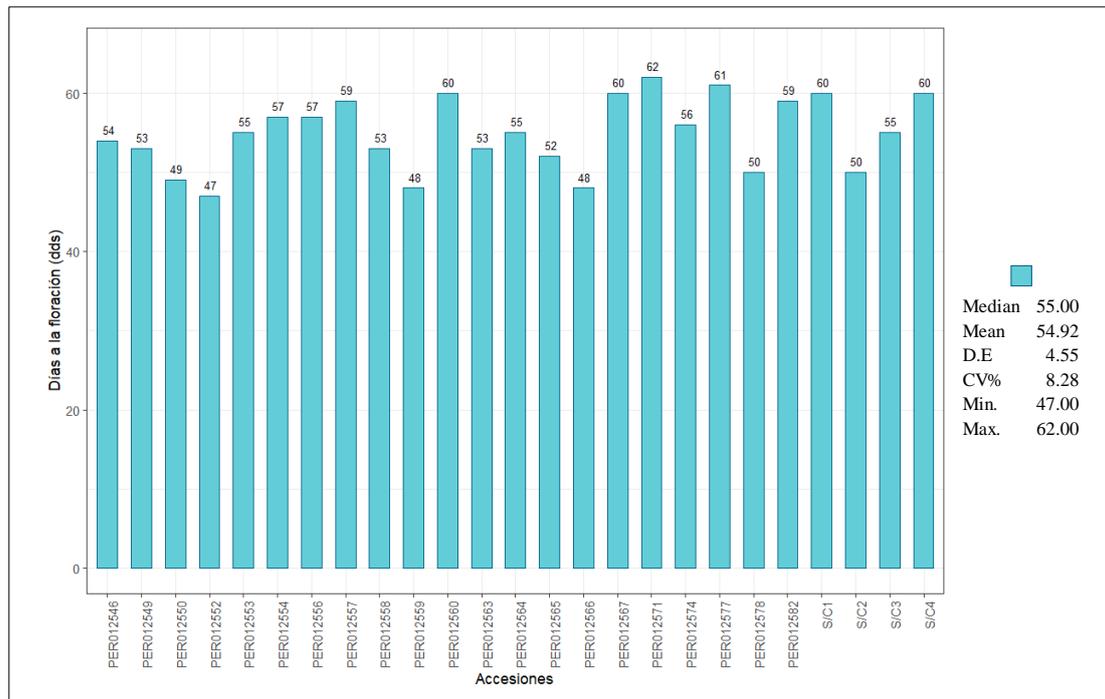


**d. Días a la floración (dds)**

Los datos obtenidos en la variable “días a la floración” (figura 4), variaron entre los 47 días (PER012552) y los 62 días (PER012571) posteriormente a la siembra, teniendo un promedio final de 54,92 dds, así mismo su coeficiente variación fue de 8,28% dándonos a conocer que los datos resultaron muy homogéneos.

**Figura 4**

*Días a la floración (dds) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*

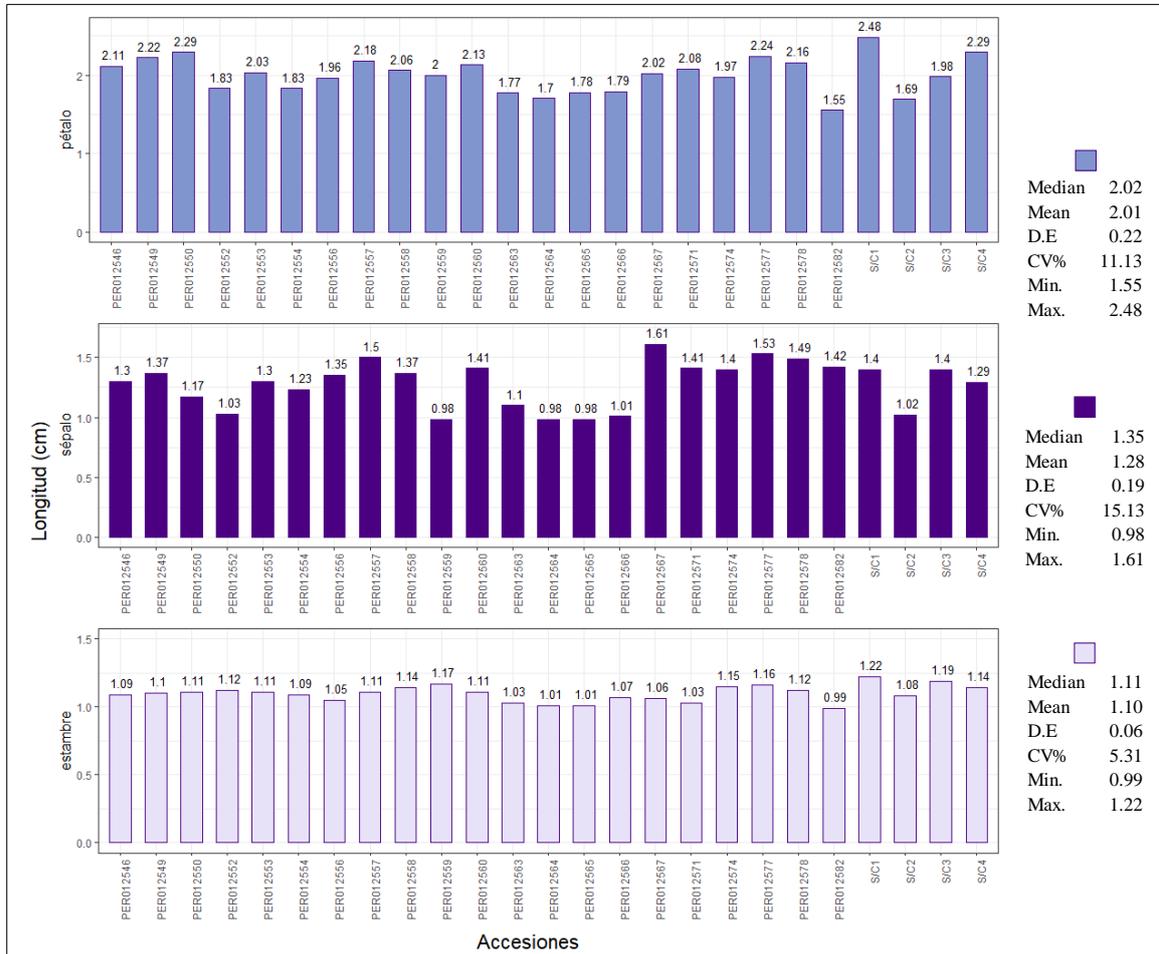


**e. Longitud del pétalo, sépalo y estambre (cm)**

La variable “longitud de pétalo”, varió entre 1,55 cm (PER012582) y los 2,48 cm (S/C1) teniendo un promedio final de 2,01 cm y un coeficiente de variación de 11,13 % lo cual significa que son datos homogéneos. Lo mismo ocurre con la variable “longitud de sépalo” donde su promedio mínimo fue de 0,98 cm (PER012564 y PER012565) mientras que el promedio máximo fue de 1,61 cm (PER012567) por ende su promedio final fue de 1.28cm, obteniendo un coeficiente de variación de 15,13% lo que indica tener datos homogéneos. Por otra parte, la variable “longitud de estambre”, tuvo un promedio final de 1,10 cm, variando entre 0,99 cm (PER0125582) y 1,22 cm (S/C1), además su coeficiente de variación es de 5,31 % es decir que los datos son muy homogéneos (Figura 5).

**Figura 5**

*Longitud de pétalo, sépalo y estambre (cm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*



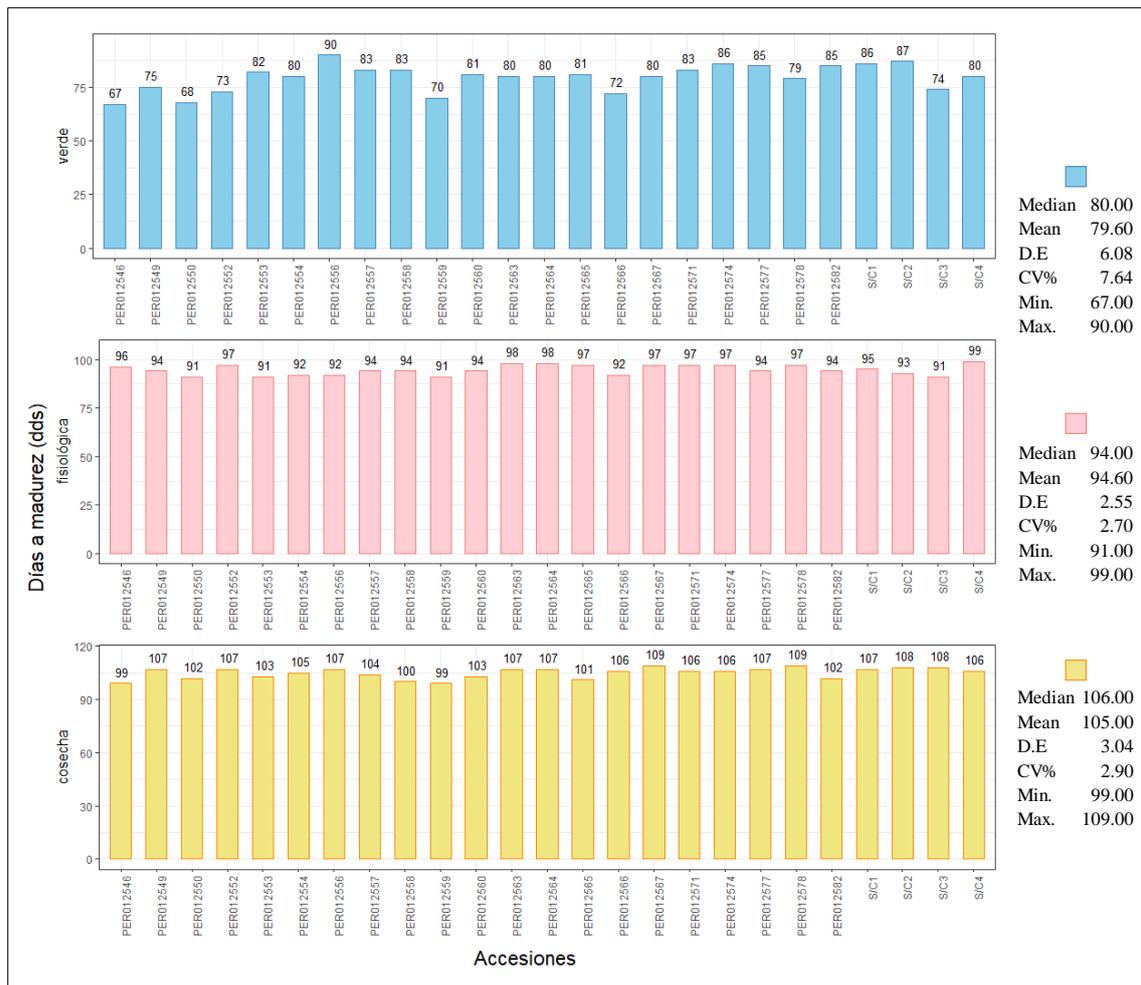
**f. Días a madurez en verde, madurez fisiológica y madurez de cosecha (dds)**

En la variable “días a la madurez en verde” se recopiló los datos cuando el 90% de las vainas estaban listas para su consumo, lo cual tuvo relevancia entre los 67 días (PER012546) y los 90 días (PER012556), siendo su promedio final de 79,60 dds, con un coeficiente de variación de 7,67% esto muestra datos muy homogéneos. Con respecto a la variable “días a la madurez fisiológica” los datos fueron tomados cuando el 80% de las vainas cambiaron a un color amarillento, la cual tuvo lugar entre los días 91 (PER012550, PER012553, PER012559 y S/C3) y los días 99 (S/C4), con un promedio final de 94,60 dds, además su coeficiente de variación resultante fue de 2,70% lo que evidencia datos muy homogéneos. Algo similar sucedió en la variable “días a madurez de cosecha”, en este caso se consideró los datos

cuando el 95% de las vainas estaban secas listas para ser cosechadas, iniciando entre los 99 dds (PER012546 y PER012559) y 109 dds (PER012567 y PER012578), teniendo un promedio final de 105 dds, y un coeficiente de variación de 2,90%, por ende, son datos muy homogéneos (Figura 6).

**Figura 6**

*Días a la madurez en verde, madurez fisiológica y madurez de cosecha (dds) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*



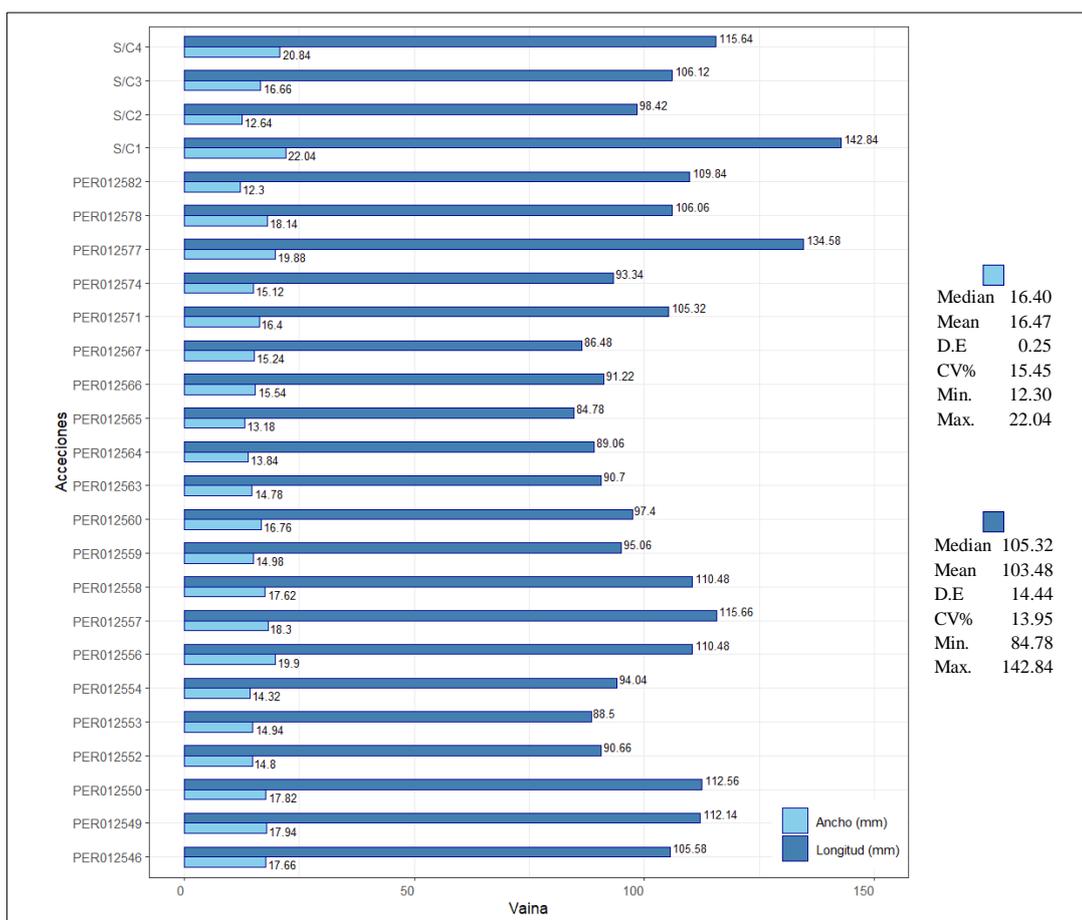
**g. Longitud y ancho de la vaina en verde (mm)**

La variable “longitud de la vaina” estuvo variando entre 84,78 mm (PER012565) y los 142,84 mm (S/C1), de las cuales su promedio final fue de 103,48 mm, por esta razón su coeficiente de variación resultó de 13,95% evidenciando que los datos son homogéneos. Del mismo modo ocurre con la variable “ancho de vaina” que varió entre 12,30 mm

(PER012582) y 22,04 mm (S/C1), teniendo un promedio final de 16,47 mm y un coeficiente de variación fue de 15,45% esto muestra que los datos son homogéneos (Figura 7).

**Figura 7**

*Longitud y ancho de la vaina en verde (mm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*



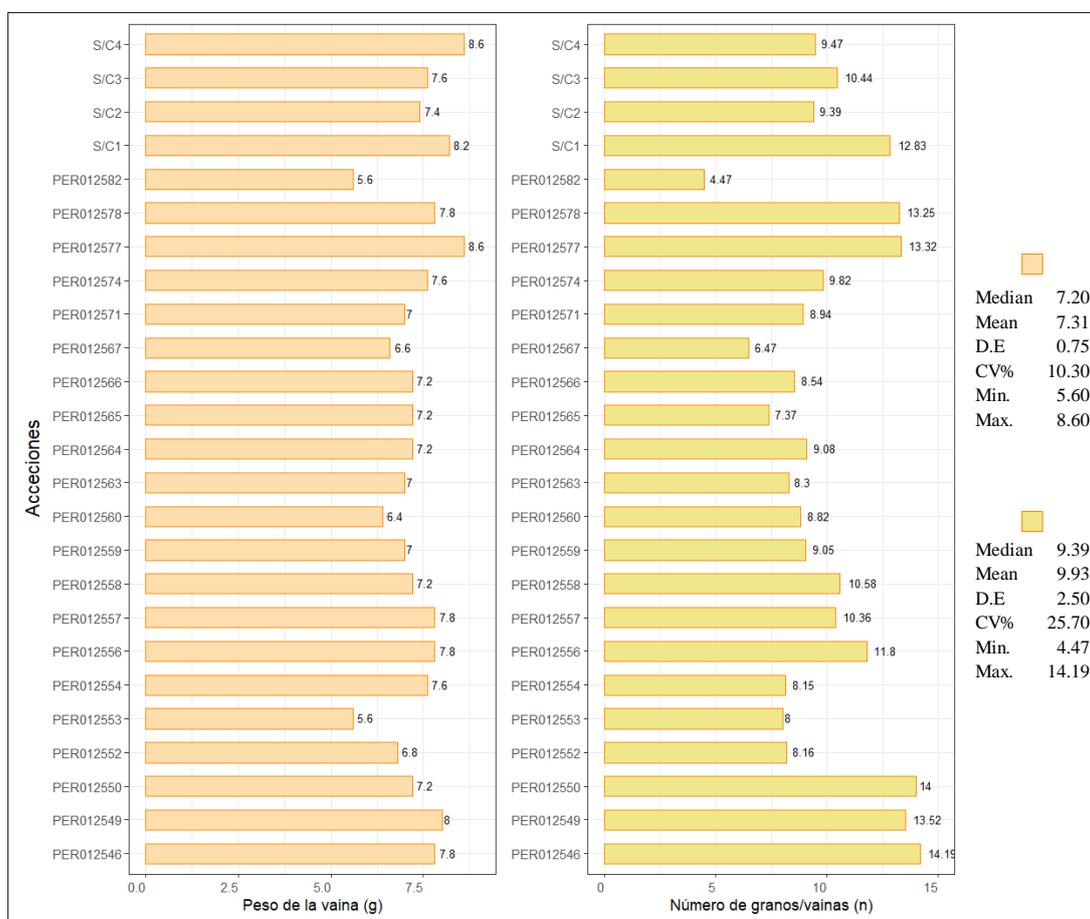
#### **h. Peso de la vaina (g) y número de granos/vainas (n)**

El peso de la vaina en verde (PV) se obtuvo de las 25 accesiones tomando como muestra cinco vainas en estado de maduración en verde de cada una de las accesiones, de las cuales el peso estuvo variando entre 4,47 g (PER012582) y 14,19 g (PER012546), esto indica que el promedio final fue de 9,93 g, de modo que su coeficiente de variación fue de 25,70% por lo tanto los datos resultaron ser variables. En cambio, la variable número de granos por vainas (NGV), se realizó mediante un conteo de las vainas verdes listas para el consumo con granos totalmente formados y tomando cinco muestras de cada accesión, siendo el valor

mínimo de granos/vainas 5,60 (PER012553 y PER012582) y el valor máximo de 8,60 granos/vainas (PER012577 y S/C4), siendo su promedio final de 7,31 granos/vainas, no obstante, su coeficiente de variación resultó de 10.30% es decir son datos muy homogéneos (Figura 8).

**Figura 8**

*Peso de la vaina (g) y número de granos/vainas (n) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*



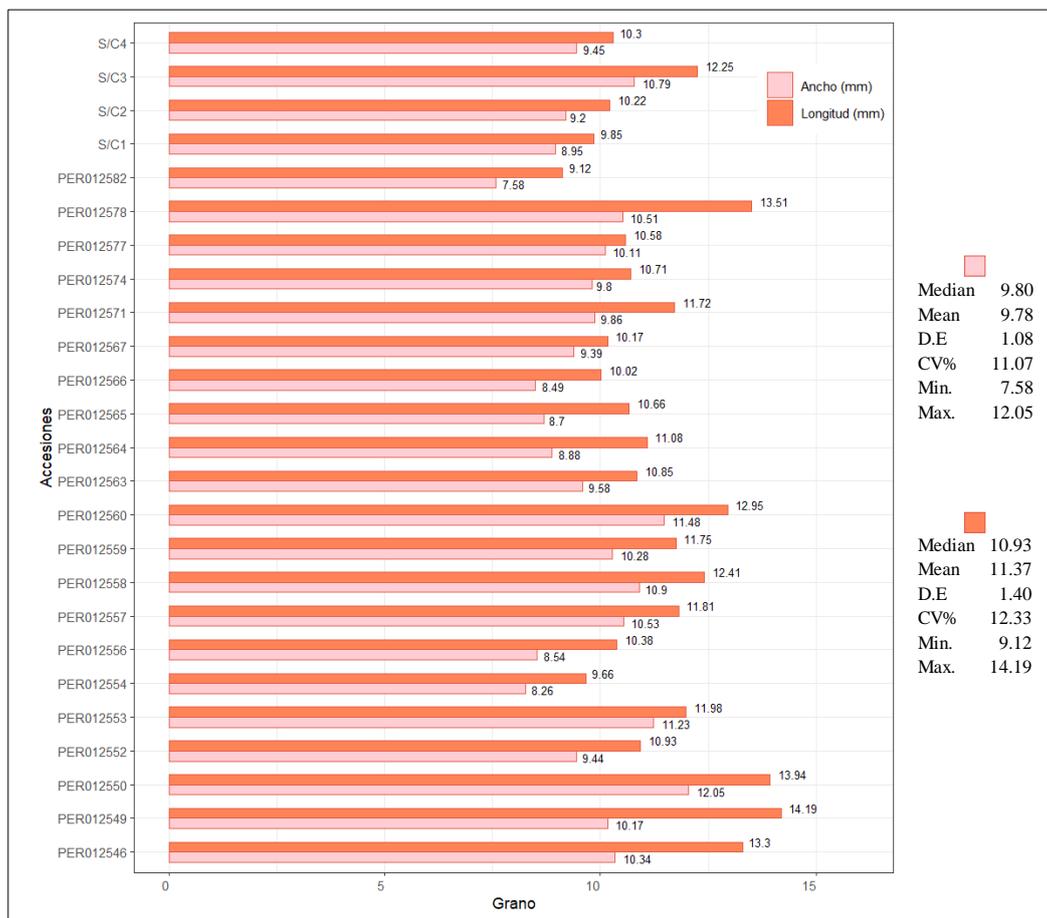
**i. Longitud y ancho del grano (mm)**

La “longitud del grano” (figura 9), su promedio final fue de 11,37 mm, siendo la mínima 9,12 mm (PER012582) y la máxima 14,19 mm (PER012549), teniendo un coeficiente de variación de 14,19%, lo cual indica que presenta datos homogéneos. El “ancho del grano” se detallan en la figura 9, la cual los resultados variaron entre 7,58 mm (PER012582) y 12,05

mm (PER012550), teniendo un promedio final de 9,78 mm, siendo su coeficiente de variación 11,07%, es decir, muestra datos homogéneos.

**Figura 9**

*Longitud y ancho del grano (mm) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*

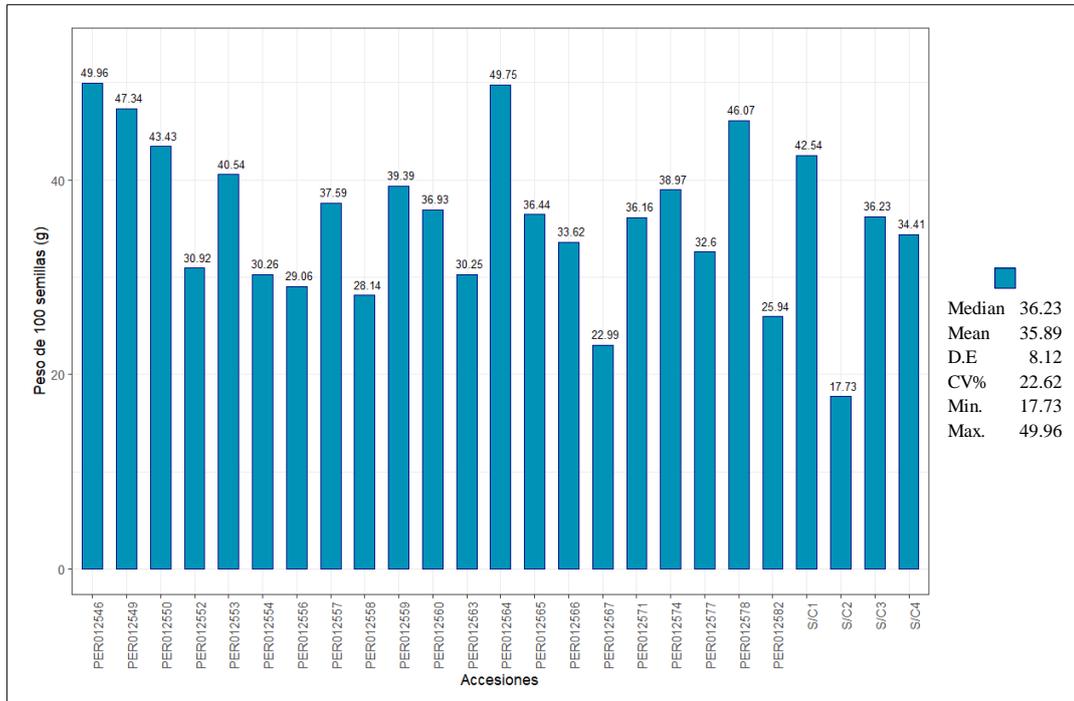


**j. Peso de 100 semillas (g)**

El “Peso de 100 semillas” (figura 10), varió entre los 17,73 gr (S/C2) y los 49,96 gr (PER012546), obteniendo un promedio final de 35,89 gr, de manera que su coeficiente de variación fue de 22,62% lo cual significa que los datos son variables.

**Figura 10**

*Peso de 100 semillas (g) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*

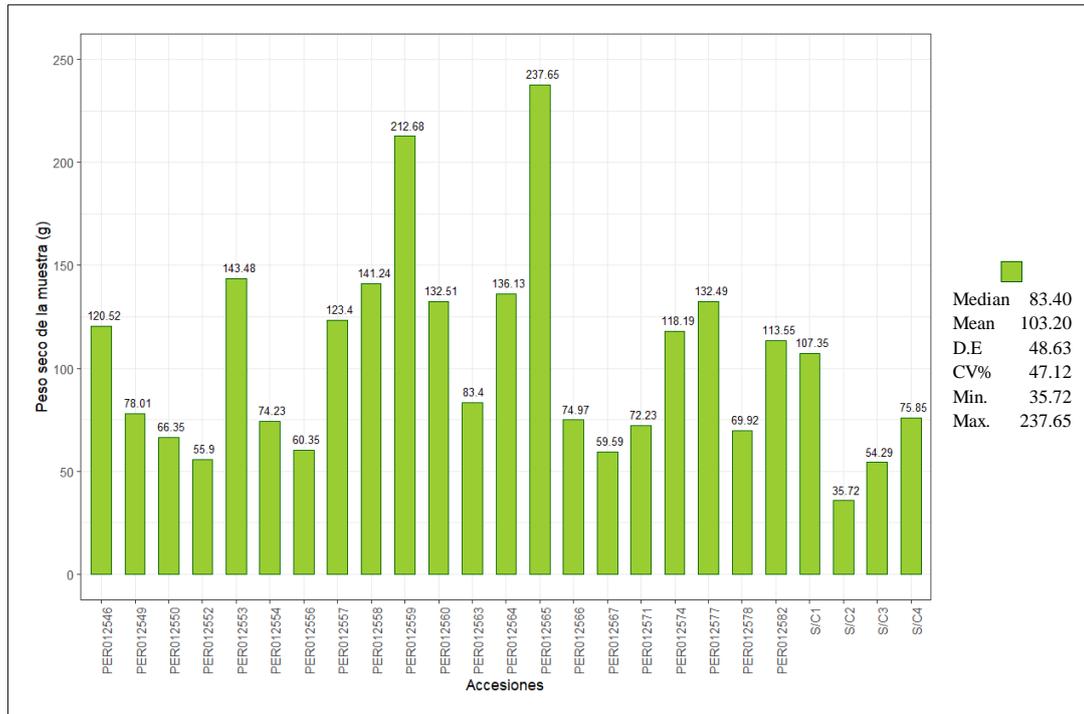


**k. Peso seco de la muestra (gr)**

Como se observa en la figura 11, los datos obtenidos en la variable “peso seco de la muestra” se recopiló de las vainas secas de cada accesión, de las cuales su peso mínimo es de 35,72 gr (S/C2) y su peso máximo fue de 237,65 gr (PER012565) teniendo como promedio final 103,20 gr, por esta razón su coeficiente de variación fue de 47,12% evidenciando datos muy variables.

**Figura 11**

*Peso seco de la muestra (g) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*

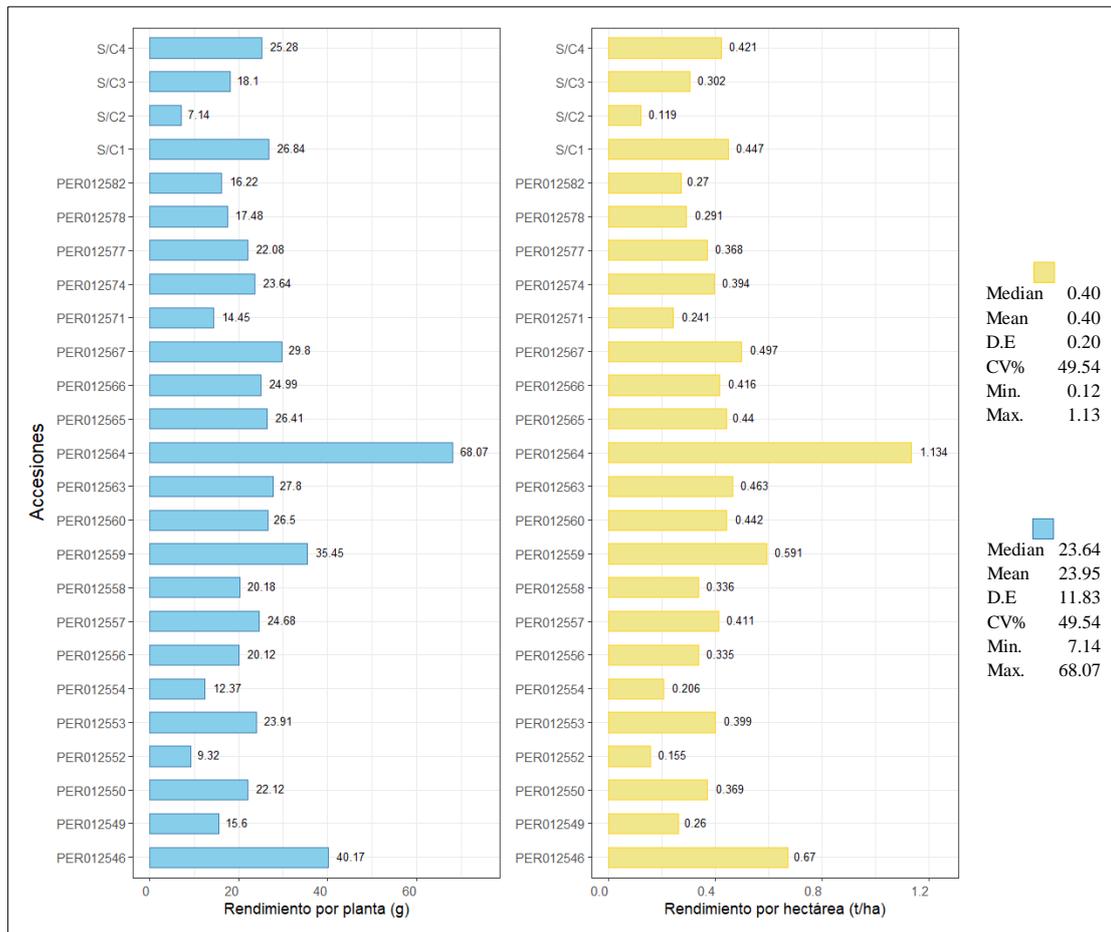


### **I. Rendimiento por planta (gr) y por hectárea (t/ha)**

El rendimiento por planta (RPP) se obtuvo mediante el peso total de la muestra entre el número de plantas cosechadas, por lo tanto, su promedio final es de 23,95 gr, siendo el mínimo 7,14 gr (S/C2) y el máximo 68,07 gr (PER012564), por este motivo su coeficiente de variación resultó ser 49,54% mostrando datos muy variables. De igual manera sucedió con la variable “rendimiento por hectárea (RPH)”, en esta ocasión se procedió a realizar la regla de tres simple del área de la parcela (m<sup>2</sup>) transformados a hectárea (ha), por ende su promedio final fue de 0,40 kg/ha, teniendo como valor mínimo 0,12 t/ha (S/C2) y valor máximo 1,13 t/ha (PER012564), de modo que su coeficiente de variación es de 49,54% es decir los datos son muy variables (Figura 12).

**Figura 12**

*Rendimiento por planta (g) y por hectárea (t/ha) de las accesiones de arveja en el banco de germoplasma*



### 5.1.2 Descriptores cualitativos

Para los datos cualitativos se empleó una tabla de frecuencias, esto sirvió en la organización y agrupación de los datos en forma resumida, así mismo para una buena visualización se representó mediante el gráfico de barras (ver anexo 14). Posteriormente con la frecuencia relativa se pudo clasificar a las variables mediante el índice de Shannon - Weaver ( $H'$ ), la cual determinó a las variables en tres clasificaciones: baja, intermedia y alta.

**Tabla 4**

*Índice de Shannon - Weaver (H') para los descriptores cualitativos*

Variable	Categoría	Frecuencia		H'	Variable	Categoría	Frecuencia		H'		
		Absoluta	Relativa				Absoluta	Relativa			
<b>Anillo de antocianina en la estipula</b>	Ausente	18	0,72	0,59	<b>Forma de la vaina</b>	Derecha con ápice obtuso	2	0.08	1,78		
	Un anillo	7	0,28			Derecha con ápice agudo	3	0.12			
<b>Antocianina en el tallo</b>	Ausencia	22	0,88	0,37		Derecha con ápice punteado	9	0.36			
	Presencia	3	0,12			Ligeramente cóncava con ápice obtuso	3	0.12			
<b>Nudos a primera flor</b>	Precoces	6	0,24	0,71		Ligeramente cóncava con ápice agudo	4	0.16			
	Intermedio	18	0,72			Cóncava con ápice obtuso	2	0.08			
	Tardío	1	0,04			Cóncava con ápice agudo	2	0.08			
<b>Manchas grises en estípulas</b>	Pocas	7	0,28	0,59		<b>Arreglo de las semillas en la vaina</b>	Dispersos	14		0.56	0,69
	Intermedias	18	0,72			Medianamente densa	11	0.44			
<b>Forma del foliolo</b>	Oblonga	8	0,32	0,63	<b>Forma del grano</b>	Redondo	8	0.32	1,39		
	Ovada	17	0,68			Redondo angular	11	0.44			
<b>Manchas grises en las hojas</b>	Ausencia	3	0,12	0,37		Angular	1	0.04			
	Pocas	22	0,88			Oval elongada	1	0.04			
<b>Presencia de pedúnculo</b>	Igual a la estipula	2	0,08	0,28		Rectangular	2	0.08			
	Más largo a la estipula	23	0,92		Irregularmente comprimida	2	0.08				
<b>Color de pedicelo</b>	Igual al pedúnculo	18	0,72	0,59	<b>Color de la semilla</b>	Verde amarillo	5	0.2	1,46		
	Diferente del pedúnculo	7	0,28			Amarillo rosa	7	0.28			
<b>Color de la flor</b>	Blanca	18	0,72	0,59		Verde oliva	8	0.32			
	Roja púrpura	7	0,28			Café amarillento con tintes violeta	1	0.04			
<b>Antocianina en la vaina</b>	Ausencia	20	0,8	0,50		Verdoso con tintes violeta	4	0.16			
	Presencia	5	0,2			Amarillo blanquecino	16	0.64			
<b>Color de vainas secas</b>	Amarillo claro	8	0,32	1,00	<b>Color de Hilium</b>	Café claro	4	0.16	0,90		
	Café	4	0,16		Café	5	0.2				
	Crema	13	0,52		Lisa	13	0.52				
<b>Color de vainas inmaduras</b>	Verde claro	5	0,2	0,66	<b>Superficie del grano</b>	Lisa con arrugamiento	1	0.04	1,23		
	Verde	19	0,76			Con agujeritos	1	0.04			
	Verde oscuro	1	0,4			Ligeramente rugosa	4	0.16			
				Rugosa		6	0.24				

\* H' = 0,10 – 0,39 (baja), H' = 0,40 – 60 (intermedia) y H' = > 0,60 (alta).

Como se puede observar en la tabla 4, los datos de la variable cualitativos presentaron variabilidad en tres niveles, de las cuales podemos decir que las variables antocianina en el tallo ( $H' = 0,37$ ), manchas grises en las hojas ( $H' = 0,37$ ) y presencia de pedúnculo ( $H' = 0,28$ ) están en el nivel de variabilidad baja, mientras que las variables anillo de antocianina en las estipulas ( $H' = 0,59$ ), manchas grises en las estipulas ( $H' = 0,59$ ), color de pedicelo ( $H' = 0,59$ ), color de la flor ( $H' = 0,59$ ) y color de las vainas secas ( $H' = 0,50$ ) se encuentran a un nivel intermedio de variabilidad, por otro lado las variables con un alto nivel de variabilidad fueron nudos a primera flor ( $H' = 0,71$ ), forma del foliolo ( $H' = 0,63$ ), color de vainas secas ( $H' = 1,00$ ), color de vainas inmaduras ( $H' = 0,66$ ), Forma de la vaina ( $H' = 1,78$ ), arreglo de las semillas en la vaina ( $H' = 0,69$ ), forma del grano ( $H' = 1,39$ ), color de la semilla ( $H' = 1,46$ ), color de Hilium ( $H' = 0,90$ ) y superficie del grano ( $H' = 1,23$ ).

La tabla 5 está representado por las nueve variables cualitativas que no presentaron variabilidad en relación a sus categorías, lo que muestra a todas las accesiones de *Pisum sativum* L. aglomeradas en una sola categoría.

**Tabla 5**

*Descriptorios cualitativos que no presentaron variabilidad*

Variable	Categoría	Frecuencia		Variable	Categoría	Frecuencia	
		Absoluta	Relativa			Absoluta	Relativa
<b>HC</b>	Arbustivo	25	1,00	<b>TFo</b>	Normales	25	1,00
	Intermedio	0	0,00		Imporipinados	0	0,00
	Postrado	0	0,00		Sin hojuelas	0	0,00
<b>F</b>	Sin fasciación	25	1,00		Hojas imporipinadas	0	0,00
	Con fasciación	0	0,00		Pocas hojuelas y zarcillos múltiples	0	0,00
<b>TE</b>	Normales	25	1,00	Ausencia	25	1,00	
	Reducidas	0	0,00	Entero	0	0,00	
<b>CH</b>	Verde amarillento	0	0,00	<b>MF</b>	Crenato	0	0,00
	Verde claro	0	0,00		Indentado	0	0,00
	Verde	25	1,00		Aserrado	0	0,00
	Verde oscuro	0	0,00		otros	0	0,00
	Verde azul	0	0,00		Sirio-egipcia	0	0,00
<b>MAH</b>	Ausencia	25	1,00	<b>TFI</b>	Asiática	0	0,00
	Presencia	0	0,00		Central Europea	0	0,00
<b>CCH</b>	Ausencia	0	0,00		Europea del Oeste	25	1,00
	Presencia	25	1,00				

\* Hábito de crecimiento (HC), fasciación (F), tipo de estipulas (TE), color de hojas (CH), mancha de antocianina en la hoja (MAH), cobertura cerosa en la hoja (CCH), tipo de foliolos (TFo), margen foliar (MF) y tipo de flor (TFI).

## 5.2 Análisis de componentes principales (PCA)

En cuanto a la determinación de saber qué carácter es el responsable de la variabilidad morfológica mediante los descriptores cuantitativos, se procedió a realizar el Análisis de Componentes Principales (PCA). Lo que hará el PCA es minimizar los valores de cada descriptor cuantitativo transformando a componentes principales sin alterar la información, obteniendo 22 componentes principales, en donde cada componente principal será ordenado de mayor a menor de acuerdo a su Eigen-value (valor propio), para poder obtener componentes principales muy variables y descartar a los componentes principales que presentan baja variabilidad.

Como se puede observar en la tabla 6, el PCA arrojó 22 componentes principales que fueron determinadas mediante la varianza de las variables de los descriptores cuantitativos, así mismo cada componente está ordenado según el Eigen-value donde se muestra la asociación que existe con los componentes, el mayor fue de 5,87 obtenido por el primer componente principal, el segundo componente principal tiene un valor propio de 4,014 y así sucesivamente va disminuyendo el valor propio, hasta llegar al séptimo componente principal que tiene un valor propio de 1,046, a partir del octavo componente principal hasta el vigésimo segundo componente principal su valor propio es inferior a 1.

Así mismo se observa el porcentaje de varianza de forma absoluta y acumulado de los 22 componentes principales (tabla 6), donde el primer componente principal tiene el mayor porcentaje de 26,68%, seguido por el segundo componente principal con el 18,25%, y así de esta forma llegar hasta el séptimo componente principal con el 4,75% que equivale al 85,92 % de la variación total. Por ende, estos siete componentes principales muestran la variación total que existe entre los datos además ayudándonos a reducir las dimensiones.

Por otro lado, el 14,08% restantes, están representados por los componentes principales que se encuentran inferior al séptimo componente principal, de manera que se omitieron por presentar un valor propio menor a 1.

**Tabla 6**

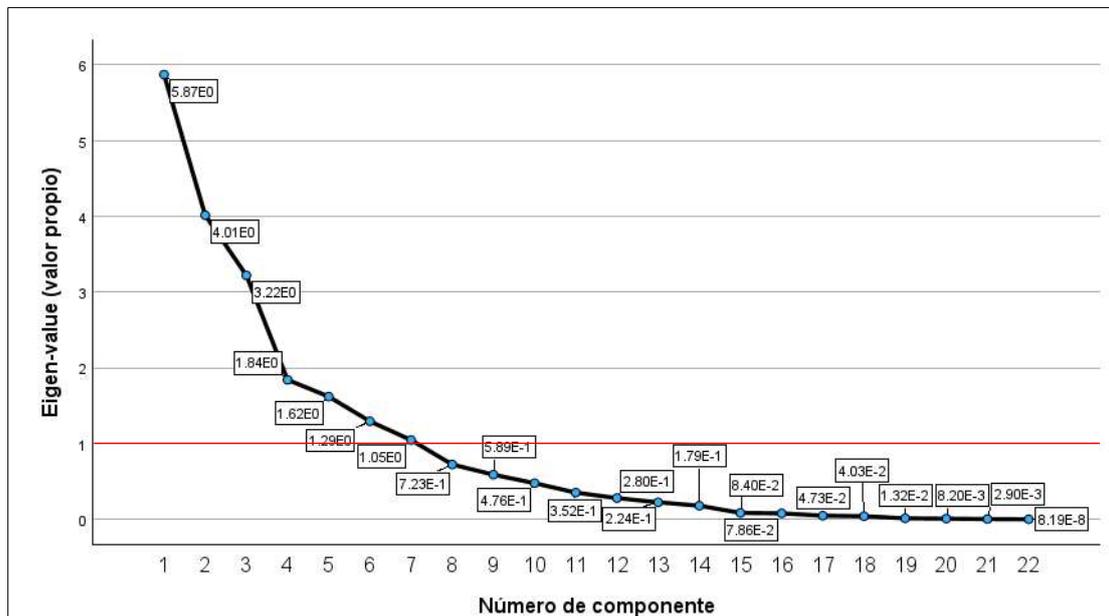
*Asociación del Eigen-value y el porcentaje total de varianza explicado en cada uno de los componentes principales*

Componente principal	Eigen-value (valor propio)	Porcentaje de varianza	
		Absoluto (%)	Acumulado (%)
1	5,870	26,681	26,681
2	4,014	18,245	44,926
3	3,220	14,634	59,561
4	1,841	8,367	67,928
5	1,619	7,360	75,288
6	1,293	5,879	81,167
7	1,046	4,755	85,921
8	0,723	3,285	89,207
9	0,589	2,676	91,883
10	0,476	2,164	94,048
11	0,352	1,600	95,648
12	0,280	1,271	96,919
13	0,224	1,019	97,938
14	0,179	0,815	98,753
15	0,084	0,382	99,134
16	0,079	0,357	99,491
17	0,047	0,215	99,707
18	0,040	0,183	99,890
19	0,013	0,060	99,950
20	0,008	0,037	99,987
21	0,003	0,013	100,000
22	8,193E-8	3,724E-7	100,000

El gráfico de sedimentación nos detalla la distribución de los componentes principales (eje X) de acuerdo a su valor propio (eje Y), en la figura 13 se observa la línea horizontal roja ubicada a la altura de la unidad del Eigen-value la cual separa a los componentes principales mayores a uno de los componentes principales inferior a uno, mostrándonos a los siete componentes principales con mayor variabilidad por encima de la línea roja lo que equivale al 85,92% de variación total, mientras que el 14,08% restante están por debajo de dicha línea por lo que quedaron descartados para los siguientes análisis de correlación.

**Figura 13**

*Gráfico de sedimentación de los componentes principales y el Eigen-value*



La correlación que existe entre los descriptores cuantitativos y las dimensiones de cada componente principal se visualiza en la tabla 7, lo que podemos deducir lo siguiente:

- Para el primer componente principal, las variables que más contribuyeron de manera positiva según su nivel de correlación fueron: longitud de entrenudo (69,8%), ancho de la hoja (56,1%), longitud de pétalo (88,0 %), longitud del estambre (65,0%), peso de vainas en verde (84,6%), longitud de vaina (62,4%), ancho de vaina (78,4%), núm. de granos por vaina (59,4%), longitud de grano (64,4%), ancho de grano (67,8%) y el peso de 100 semillas (61,8%).
- En el segundo componente principal tenemos a las siguientes variables con mayor contribución positiva: número de días a la floración (59,1%), longitud de sépalo (55,7%), días a la madurez en verde (69,9%), días madurez de cosecha (58,8%) y la longitud de vaina (52,2%). Así mismo tenemos a las variables que contribuyeron de manera negativa: peso de 100 semillas (-50,1%), peso seco de la muestra (-51,5), rendimiento por planta (-51,4%) y el rendimiento por hectárea (-51,4%).
- El tercer componente principales las variables con mayor influencia de forma positiva fueron: días a la emergencia (79,6%), días madurez fisiológica (60,4%), rendimiento por planta (73,8%) y el rendimiento por hectárea (73,8%)

- d) Las variables con mayor contribución positiva en el cuarto componente principal fueron la longitud de la hoja (56,4%) y el ancho de la hoja (70,9%).
- e) Para el quinto componente principal contribuyeron dos variables positivas número de días a la floración (51,0%) y peso seco de la muestra (53,1%), a su vez, una variable contribuyó de manera negativa: días a la madurez de cosecha (-55,2%).
- f) Mientras que el sexto componente principal solo tuvo a la variable número de plantas germinadas (54,1%) con mayor contribución positiva.
- g) Por último, el séptimo componente principal obtuvo mayor contribución positiva en dos variables: número de plantas germinadas (57,1%) y días a la madurez fisiológica (64,0%).

**Tabla 7**

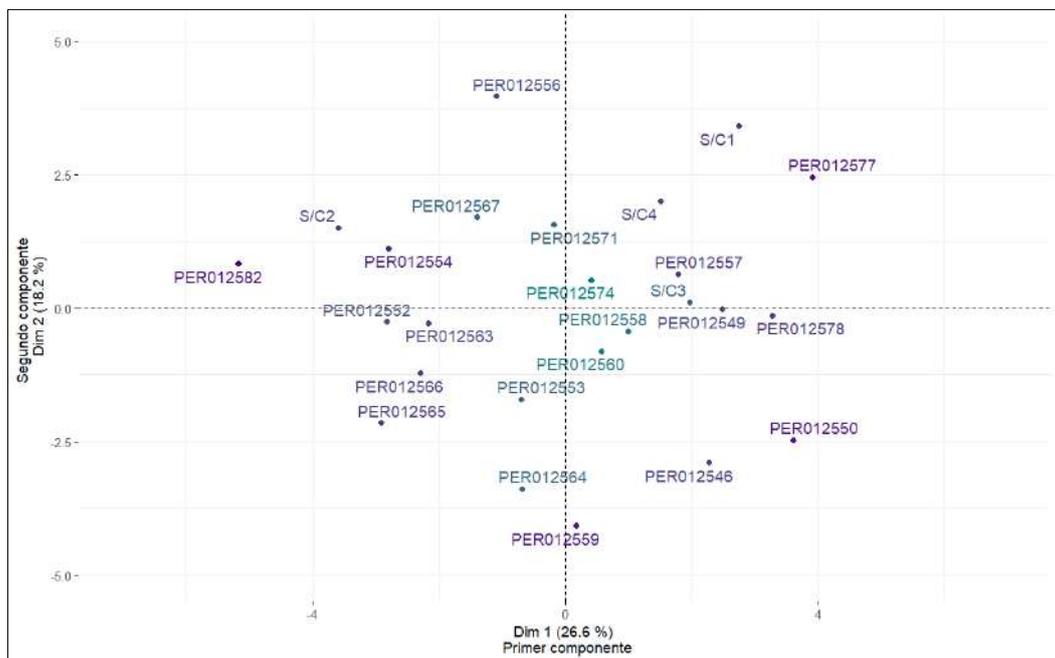
*Correlación entre los descriptores cuantitativos y los componentes principales*

Descriptor cuantitativo	Cód.	Componentes principales (PC)						
		PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7
		Dim1	Dim2	Dim3	Dim4	Dim5	Dim6	Dim7
Días a la emergencia	DE	-0,025	0,363	0,796	-0,030	-0,083	-0,017	-0,078
Núm. Plantas germinadas	PG	0,126	-0,444	-0,120	0,293	0,112	0,541	0,571
Longitud de entrenudo	LET	0,698	-0,291	0,262	0,093	-0,005	-0,274	-0,074
Longitud de la hoja	LH	0,444	-0,184	0,341	0,564	0,002	0,360	-0,296
Ancho de la hoja	AH	0,561	-0,072	0,335	0,709	0,028	0,036	-0,119
Núm. de días a la floración	DF	0,146	0,591	0,439	-0,016	0,510	-0,123	0,193
Longitud de pétalo	LP	0,880	0,226	-0,089	-0,148	0,129	0,017	0,115
Longitud de sépalo	LS	0,455	0,557	0,044	0,201	0,438	-0,340	0,142
Longitud del estambre	LES	0,650	0,137	-0,329	0,007	0,061	0,440	-0,078
Días a la madurez en verde	DMV	-0,231	0,699	0,323	0,089	0,308	0,086	-0,128
Días madurez fisiológica	DMF	-0,043	0,095	0,604	0,041	-0,248	-0,038	0,640
Días madurez de cosecha	DMC	0,011	0,588	0,176	0,453	-0,552	-0,054	0,022
Peso de vainas en verde	PVV	0,846	0,047	-0,156	-0,231	-0,299	-0,058	-0,111
Longitud de vaina	LV	0,624	0,522	-0,077	-0,287	0,136	0,245	0,013
Ancho de vaina	AV	0,784	0,443	-0,007	-0,337	-0,037	-0,012	-0,018
Núm. de granos por vaina	NGV	0,594	0,359	0,114	-0,234	-0,447	0,318	-0,021
Longitud de grano	LG	0,644	-0,471	-0,308	0,116	-0,013	-0,388	0,104
Ancho de grano	AG	0,678	-0,350	-0,301	0,322	0,238	-0,177	-0,029
Peso de 100 semillas	PS	0,618	-0,501	0,192	-0,245	-0,117	-0,119	0,210
Peso seco de la muestra	PSM	0,007	-0,515	0,329	-0,288	0,531	0,308	-0,092
Rendimiento por planta	RPP	0,148	-0,514	0,738	-0,204	-0,043	-0,028	-0,112
Rendimiento por hectárea	RPH	0,148	-0,514	0,738	-0,204	-0,042	-0,028	-0,112

La figura 14 muestra la distribución de las 25 accesiones de *Pisum sativum* L., ubicado en dos dimensiones que corresponden a los primeros dos componentes principales con mayor porcentaje absoluto de acuerdo a su Eigen-value, además la gráfica de dispersión nos muestra la correlación que existe entre los individuos a través del primer componente principal (PC1, 26.6%) y el segundo componente principal (PC2 18.2%).

**Figura 14**

*Dispersión de 25 accesiones de Pisum sativum L. generado por los primeros dos componentes principales*

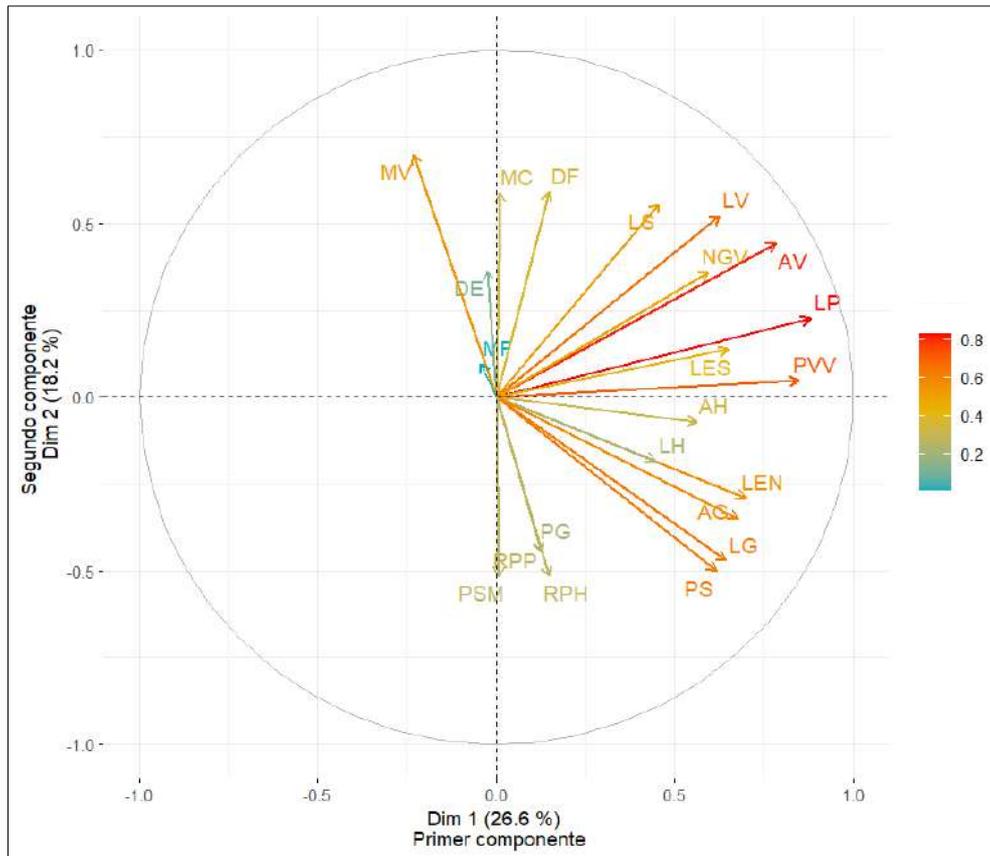


El círculo de correlaciones (figura 15), nos muestra los 22 descriptores cuantitativos a través de un gráfico bidimensional que corresponden a los primeros dos componentes principales, por un lado, se encuentra el eje horizontal con el 26,6% que corresponde la frecuencia absoluta del primer componente principal y por otro lado en el eje vertical está el segundo componente principal con una frecuencia absoluta del 18,2%.

Además en la misma figura 15, el círculo viene a ser la circunferencia goniométrica de radio 1, lo que nos indica mediante la escala de colores (rojo 0.8, naranja = 0.6, amarillo = 0.4 y azul 0.2) la proximidad o lejanía que existe entre los descriptores con respecto al círculo, es decir, mientras más se aproxima la variable al círculo está afectando de manera considerable al componente, en cambio si la variable está cerca a cero significa que hay poca influencia.

**Figura 15**

*Círculo de correlaciones mediante el gráfico bidimensional de los descriptores cuantitativos*



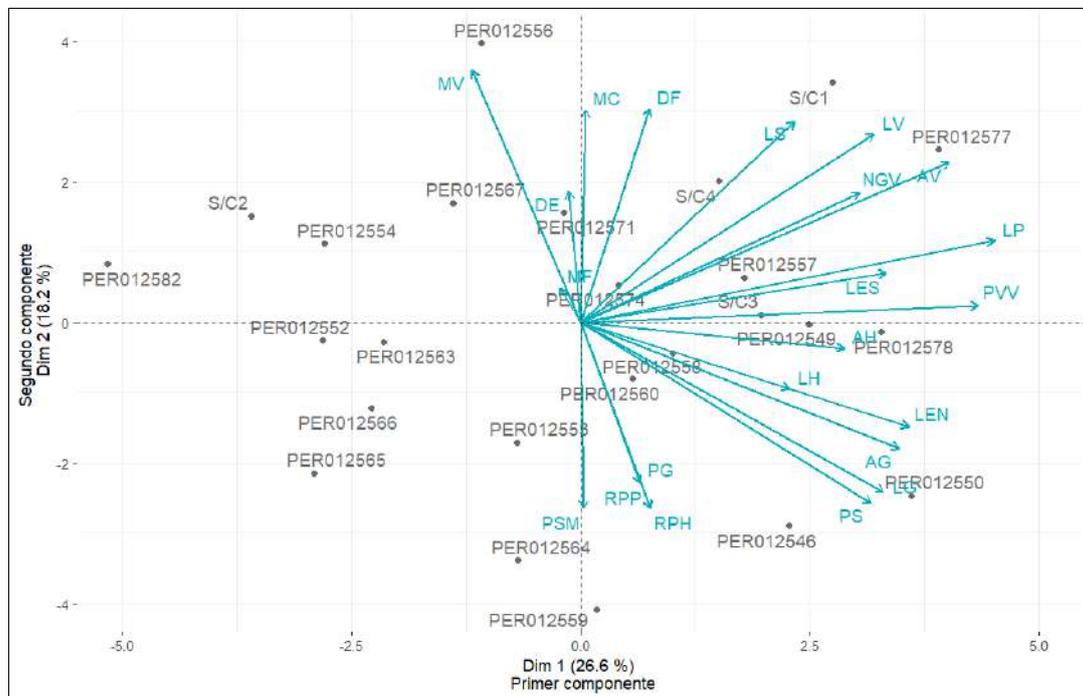
Los descriptores ubicados en el primer cuadrante con mayor influencia positiva según la figura 15, son el ancho de vaina - AV (0.784;0.443), longitud de pétalo – LP (0.880;0.226), longitud de vaina – LV (0.624;0.522) y peso de vainas verdes – PVV (0.846;0.047) representan mayor correlación positiva. Además, en el mismo cuadrante se encuentran las variables: días a la madurez de cosecha – MC (0.011;0.588), días a la floración – DF (0.146;0.591), longitud de sépalo – LS (0.455;0.557), núm. de granos/vainas – NGV (0.594;0.359) y longitud del estambre – LES (0.650;0.137), que muestran una correlación positiva moderada.

Mientras que en el segundo cuadrante (figura 16), la variable días a la madurez en verde – MV (-0.231;0.699), siendo el único que contribuye de manera negativa con una correlación moderada. Así mismo se observa a las variables días a la emergencia – DE (-0.025;0.363) y días a la madurez fisiológica – MF (-0.043;0.095), que mostraron una baja correlación negativa.

Por otro lado, tenemos al cuarto cuadrante en la misma figura 15, donde las variables longitud de entrenudo – LEN (0.698; -0.291), ancho de grano – AG (0.678; -0.350), longitud de grano – LG (0.644; -0.471) y peso de 100 semillas – PS (0.618; -0.501) evidencian una mayor contribución en forma negativa. Asu vez se observan a las variables con una influencia moderada siendo el ancho de hoja – AH (0.561; -0.072), longitud de hoja (0.444; -0.184), núm. de plantas germinadas (0.126; -0.444), rendimiento por hectárea -RPH (0.148; -0.514), rendimiento por planta - RPP (0.148; -0.514) y peso seco de la muestra – PSM (0.007; -0.515), estas variables se correlacionaron de forma negativa.

**Figura 16**

*Correlación de accesiones y descriptores cuantitativos mediante el PCA*



Se puede observar la correlación que existe entre individuos (accesiones) y variables (descriptores cualitativos) en la figura 16, donde podemos evidenciar que en el primer y cuarto cuadrante existe mayor correlación favorable por parte de las accesiones ubicadas en ambos cuadrantes junto con las variables que se encuentran en dicho cuadrante, mientras que en el segundo cuadrante las variables días a la madurez en verde (MV), días a la emergencia (DE) y días a la madurez fisiológica (MF) se correlacionas a las accesiones PER012556, PER012567 y PER012571. Por otro lado, se encuentran las accesiones que muestran bajas

correlaciones con los descriptores cuantitativos (PER012582, PER012554, PER012552, PER012563, PER012566, PER012565 y S/C2).

### **5.3 Análisis de conglomerados (*Cluster analysis*)**

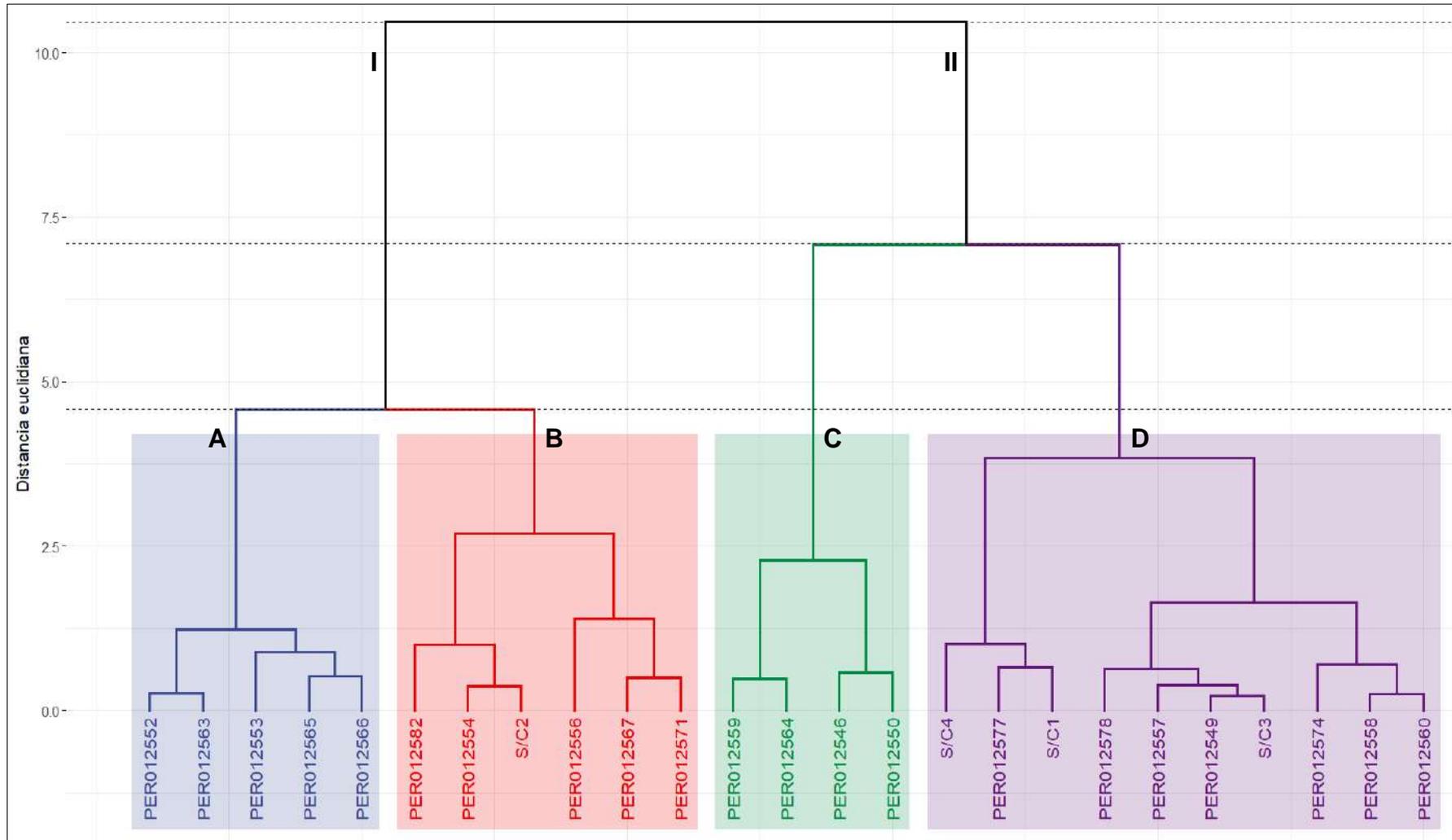
Para el análisis de conglomerados se utilizaron los primeros dos componentes principales, teniendo en cuenta a las accesiones de *Pisum sativum* L., como criterio de clasificación, donde se utilizó el dendrograma jerárquico de Ward junto con la distancia Euclídea.

El dendrograma inicia con dos divisiones (I y II) a una distancia euclidiana de 10,45 (figura 17), donde la segunda división (II) se fracciona en dos clústeres C y D ubicada a una distancia euclidiana de 7,10, mientras que la primera división (I) se encuentra fragmentada en la distancia euclidiana de 4,57 conformada por los dos clústeres A y B. De esta manera, el método jerárquico se dividió en cuatro grupos A, B, C, y D, donde el clúster A está conformado por el 20,0% de las accesiones, el clúster B lo conforman el 24,0%, el clúster C tiene el 16,0% y el clúster D tuvo el mayor porcentaje con 40,0%.

La primera división (I) fraccionada por el grupo A y el grupo B, equivale al 44,0% del total de individuos donde el grupo A lo conforman las accesiones: PER012552, PER012563, PER012553, PER012565, PER012566 teniendo un porcentaje menor (20,0%) en la primera división, el grupo B está representado por las accesiones: PER012582, PER012554, S/C2, PER012556, PER012567, PER012571 siendo el 24,0% el mayor porcentaje en la primera división. Por otro lado, tenemos una segunda división (II) que se encuentra conformada por el grupo C y el grupo D lo cual corresponde el 56,0% del total de los individuos de mayor aglomeración en el dendrograma, de las cuales el grupo C con las accesiones: PER012559, PER012564, PER012546, PER012550 tiene la menor proporción (16,0%) en la segunda división y en el dendrograma total, en cambio el grupo D además de tener la mayor porción en la segunda división fue el grupo con mayor porcentaje de accesiones conformadas en el dendrograma total, lo que muestra el 40,0% de agrupación donde las accesiones que lo conforman fueron: S/C4, PER012577, S/C1, PER012578, PER012557, PER012549, S/C3, PER012574, PER012558, PER012560 (figura 17).

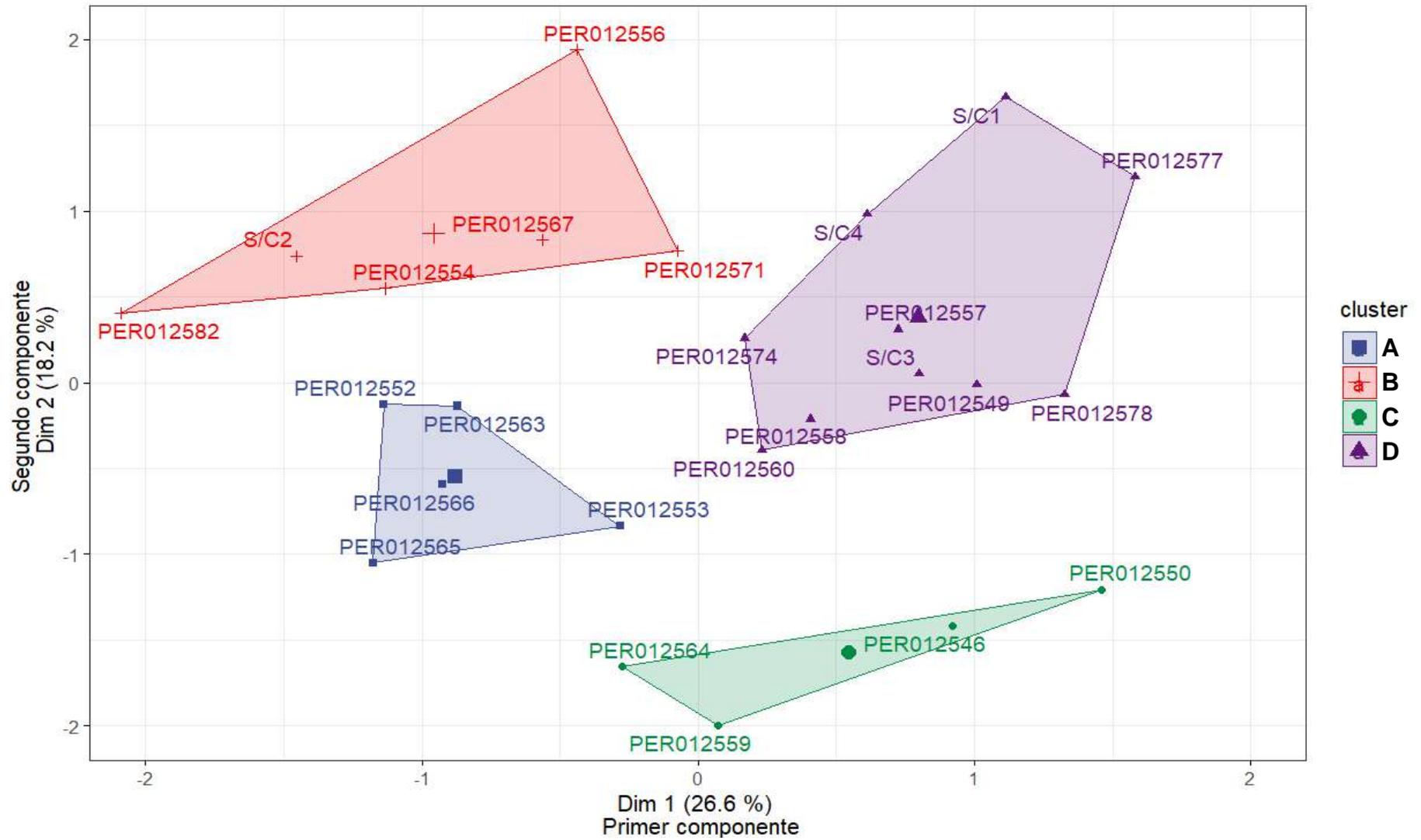
**Figura 17**

*Dendrograma realizado mediante el método jerárquico de Ward y la distancia Euclídea*



**Figura 18**

*Distribución de clúster A, B, C y D mediante el gráfico bidimensional*



La figura 18 nos muestra la representación gráfica de las 25 accesiones de *Pisum sativum* L. agrupados en cuatro clústeres (A, B, C y D) mediante el gráfico bidimensional construida por los dos primeros componentes principales, la cual podemos decir que:

En el clúster A, conformado por cinco accesiones (color azul), de las cuales fueron las que mostraron una cantidad menor de variables, por ello se caracterizan en lo siguiente:

- Número de plantas germinadas con un promedio de 12 plantas.
- Los días a la madurez fisiológica con unos valores entre 91dds a 98dds, con promedio de 95 días.

Casi similar ocurre con el clúster B, que fue conformado por seis accesiones (color rojo), así mismo presentaron una cantidad intermedia de variables, siendo los siguientes:

- Días a la emergencia, con un promedio de 11 dds.
- Días a la floración, entre los días 50 a los días 62 promediando a 57,5 días.
- Longitud de sépalo, se encontró entre los rangos de 1,02 cm a 1,61 cm con un promedio de 1,34 cm.
- Días a la madurez en verde, varió en los 80 a 90 días con un promedio de 84,17 días.
- Días a la madurez de cosecha, estuvo entre los 102 y 109 días y un promedio de 106,2 dds.
- Longitud de vaina, tuvo valores que variaron entre los 12,3 mm a 19,9 y un promedio de 15,3 mm.

Por otro lado, se encuentra el clúster C que lo conformaron cuatro accesiones (color verde), por este motivo es el grupo con menor accesiones. Así mismo alberga la mayor cantidad de variables, por ejemplo:

- Número de plantas germinadas, fue de 12 plantas.
- Longitud de entrenudo, se encontró entre 4,36 cm a 5,38 cm con un promedio de 4,87 cm de longitud.
- Longitud de la hoja, entre los 7,42 cm a 11,4 cm teniendo un promedio de 10,21 cm.
- Peso de vainas verdes, entre 9,05 gr a 14,19 gr de las cuales se promedió a 11,58 gr.
- Longitud de grano, su rango fue de 11,08 mm a 13,94 mm por ende tuvo un promedio de 12,52 mm en la longitud.

- Ancho de grano, tuvo un mínimo de 8,88 mm y un máximo de 12,05 mm es así que su promedio fue de 10,39 mm.
- Peso de 100 semillas, el menor peso fue de 39,39 gr mientras que el mayor peso fue 49,96 gr lo que indica que su promedio es de 45,63 gr.
- Peso seco de la muestra, se encontró entre 66,35 gr a 212,7 gr lo que evidenció tener un promedio de 133,9 gr.
- Rendimiento por planta, rindió entre un rango de 22,12 gr a 68,07 gr y se promedió a 41,45 gr por planta.
- Rendimiento por hectárea, varió entre los valores 0,369 t/ha a 1,134 t/ha, siendo su promedio de 0,691 t/ha.

Por último, tenemos el clúster D donde se reunieron diez accesiones (color morado), es por esta razón que se caracteriza por aglomerar la mayor cantidad de accesiones. Además, después del clúster C que cuenta con la mayor cantidad de variables, el clúster D también se caracteriza por tener mayor cantidad de variables, por ejemplo:

- Número de plantas germinadas, se encontró con un promedio de 12 plantas.
- Ancho de hoja, su rango fue de 7,06 cm a 8,70 cm, donde su promedió fue 7,78 cm.
- Longitud de pétalo, su valor mínimo se encontró con 1,97 cm mientras que el valor máximo estuvo en 2,48 cm, así que su promedio fue de 2,17 cm.
- Longitud de sépalo, entre 1,29 cm a 1,53 cm lo que indica un promedio de 1,42 cm.
- Longitud de estambre, entre 1,10 cm a 1,22 cm por ende su promedio fue 1,14 cm.
- Días a la madurez fisiológica, el menor día fue de 91 y el mayor día fue 99, por este motivo fue promediado a 94,9 días.
- Longitud de vainas, entre 93,34 mm a 142,8 mm, con un promedio de 113,4 cm.
- Ancho de vainas, tuvo un rango de 15,12 mm a 22,04 mm, obteniendo un promedio de 18,33 mm en el ancho de la vaina.
- Número de granos por vainas variaron entre los 6,4 granos a 8,6 granos, esto mostró un promedio de 7,78 granos por vainas.

## CAPÍTULO V. DISCUSIONES

### 5.1 Estadística descriptiva

#### 5.1.1 Descriptores cuantitativas

##### a. Días a la emergencia (dds) y número de plantas germinadas (n)

El promedio final para días a la emergencia fue de 6 dds la cual tuvo un coeficiente de variación de 49,61% siendo para Gamarra et al. (2015) muy variables por ser mayor al 26,0%. Según, Castro (2017) a los 13 dds ocurrió la emergencia con el 50% de plantas germinadas. Por lo que contradice a los resultados días a la emergencia debido existe una diferencia de 7 días.

En cuanto a la variable número de plantas germinadas, su promedio fue de 12 plantas teniendo un coeficiente de variación de 5,27%. Como menciona Gamarra et al. (2015) si el coeficiente de variación es menor al 10% son datos muy homogéneos. Además, los resultados de Ruiz (2019) fueron similares, ya que presento un coeficiente variación de 7,30% siendo muy bajo. Lo que significó que los resultados concuerdan con los de la presente investigación, ya que las plantas germinadas obtuvieron datos muy homogéneos.

##### b. Longitud de entrenudo (cm)

Los resultados para la variable longitud de entrenudo, se encontraron entre 2,58 cm a 5,56 cm, teniendo un coeficiente de variación de 19,11% lo cual significó datos homogéneos (Gamarra et al., 2015). Resultados similares reportados por Galindo y Clavijo (2007) mostraron entrenudos de 6,03 cm por lo que menciona que se encuentra en una longitud favorable para que la planta pueda desarrollarse adecuadamente.

Además, encontramos plantas precoces e intermedias con números de entrenudos entre 7 a 15 de acuerdo a la variable cualitativa “nudos a primera flor”. Por lo que Quispe (2018) menciona que la longitud del entrenudo influye al tipo de planta, es decir que si es enana tendrá pocos entrenudos de corta longitud, en caso sea mediana tendrá muchos entrenudos cortos y por último si es mayor la longitud de los entrenudos serán largos.

### **c. Longitud y ancho de la hoja (cm)**

La variable longitud y ancho de la hoja se encontraron a un promedio de 9,51 cm y 7,37 cm, con un coeficiente de variación muy diferenciado de 14,13% para la longitud y 9,71% para el ancho, la cual los datos fueron homogéneo y muy homogéneo (Gamarra et al., 2015). Así mismo el tamaño de la hoja, como mencionan Galindo y Clavijo (2007) se verá afectada por la cantidad de luz recibida ya que influye en el desarrollo, también aseguran que, si el tamaño del entrenudo es elongado, por ende, el tamaño de las hojas será menores.

### **d. Días a la floración (dds)**

Los días a la floración estuvieron entre 47 y 62 días con un promedio de 54,92 dds, mostrando un coeficiente de variación de 8,28% significando datos muy homogéneos (Gamarra et al., 2015). Para Román et al. (2017) la diferencia de días se debe a la influencia de los cambios ambientales y el manejo del cultivo, además las variedades tardías inician su floración entre los 75 dds a 80 dds (Puga, 2010).

Los resultados de Aquino (2022) mostraron resultados diferentes, donde la floración estuvo entre los 62 y 65 dds, por otro lado, los resultados de Castro (2017) presentaron un promedio de 74 días. Estos resultados no se asemejan a los obtenidos, ya que los días a la floración fue de menor días lo que indica que el cultivo no es tardío.

### **e. Longitud del pétalo, sépalo y estambre (cm)**

En cuanto a la longitud de pétalo se obtuvo valores de 1,55 cm a 2,48 cm siendo su coeficiente de variación 11,13%, mientras que la longitud de sépalo estuvo entre 0,98 cm a 1,61 cm de las cuales el coeficiente variación fue 15,13% y por último la variable longitud del estambre se encontró entre 0,99 cm a 1,22 cm por lo que su coeficiente de variación resultó 5,31%. Gamarra et al. (2015) destacan que si la variable se encuentra entre 11% y 20,9% son datos homogéneos y si es menor como al 10% son datos muy homogéneos, por lo cual los valores de la longitud de pétalo, sépalo y estambre no fueron muy variables.

### **f. Días a madurez en verde, madurez fisiológica y madurez de cosecha (dds)**

La variable días a la madurez en verde tuvo un inicio entre los 67 dds a 90 dds, así mismo los días de madurez fisiológica que se encontró entre los 91 dds a 99 dds y por último el día

de madurez de cosecha se encontró entre los 99 dds y 109 dds. De acuerdo con Saavedra (2023) afirma que el desarrollo de madurez de las vainas puede demorar según la variedad sembrada y las condiciones ambientales del lugar donde se encuentre.

El reporte de Checa et al. (2017) mostró de 87 dds a 106 dds para la cosecha, debido por tener condiciones ambientales altas de precipitación lo cual ayudó a mejorar en el desarrollo de las vainas en verde. De este modo concuerda con lo obtenido en la presente investigación, ya que las condiciones ambientales no afectaron en el desarrollo de la madurez.

Por último, el coeficiente de variación para las tres variables fue de 7,64 %, 2,7% y 2,9%, lo que para Gamarra et al. (2015) significó datos muy homogéneos, ya que el coeficiente de variación no fue superior al 10%.

#### **g. Longitud y ancho de la vaina en verde (mm)**

El rango de la longitud de la vaina en verde fue de 84,78 mm a 142,84 mm, con un coeficiente de variación “homogéneo” de 13,95%; desde la posición de Gamarra et al. (2015) considera “homogéneo” cuando el coeficiente de variación se encuentra entre 11% a 20% y “muy homogéneo” si el coeficiente de variación es menor al 10%.

En cambio, los resultados de Rodríguez (2015) reportaron una longitud promedio de 81,72 mm, siendo su coeficiente de variación “muy homogéneo” de 2,89%. Estos resultados son diferentes a lo que se encontró, ya que el coeficiente de variación en la longitud de la vaina es homogéneo.

Con respecto al ancho de la vaina, se encontró entre 12,30 mm a 22,04 mm obteniendo un coeficiente de variación del 15,04% indicando ser “homogéneo”; en la opinión de Gamarra et al (2015) sostiene “homogéneo” cuando el rango del coeficiente de variación es de 11% al 20% y “variable” cuando el rango del coeficiente de variación es de 21% a 25%.

No obstante, los resultados de Proaño (2021) fueron entre 15 mm a 21 mm siendo diferente a los reportes encontrados por Vicente y Sandy (2013), la cual su mínimo es de 9 mm y su máximo de 14 mm y su coeficiente de variación resultó de 10,3% la cual es “muy homogéneo”. Por lo tanto, son diferentes a los que se encontró, teniendo en cuenta que el ancho de la vaina tuvo datos homogéneos.

#### **h. Peso de la vaina (gr) y número de granos/vainas (n)**

El peso de la vaina estuvo variando entre 4,47 gr a 14,19 gr, por consiguiente, los resultados de Checa et al. (2017) reportaron pesos entre 4,56 gr a 7,95 gr, debido a que aplico diferentes épocas de siembra. Por otra parte, el número de granos/vainas se encontró en un rango de 5,6 a 8,6 granos/vainas, a diferencia de los resultados obtenidos por Collazos et al. (2018) estuvo entre 3,7 a 6,8 granos/vainas viéndose afectado por la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos. En relación con el coeficiente de variación de las dos variables fueron de 25,17% y 10,3%, es decir según Gamarra et al. (2015) los datos fueron variable para el peso y muy homogéneo en cuanto al número de granos/vainas.

#### **i. Longitud y ancho del grano (mm)**

El rango de la longitud del grano fue de 9,1 mm a 14,19 mm, por lo que el ancho fue de 7,58 mm a 12,05 mm. Checa et al. (2021) señalan que el tamaño de los granos es afectado por las condiciones agronómicas o fisiológicas. Así mismo ambas variables mostraron un coeficiente de variación de 12,33% y 11,07%, dicho de otro modo, lo que significó para Gamarra et al. (2015) datos homogéneos, teniendo en cuenta que se encontró entre 11,0% a 20,0% de coeficiente de variación.

#### **j. Peso de 100 semillas (gr)**

El peso de 100 semillas varió entre 17,7 gr a 49,96 gr teniendo un coeficiente de variación de 22,62%. Gamarra et al. (2015) da a conocer que si el coeficiente de variación se encuentra entre 21,0% a 25,9% son variables caso contrario ocurre cuando los datos son menores de 10,0% resultan ser muy homogéneos.

A diferencia de Ruiz (2019) que reportó resultados entre 18,7 gr a 45,9 gr además su coeficiente de variación fue diferente calificándolo como muy bajo siendo de 4,64%. Estos resultados son opuestos a lo que se alcanzó, porque los resultados de peso de 100 semillas presentaron datos variables.

#### **k. Peso seco de la muestra (gr)**

Los valores para el peso seco de la muestra se encontraron entre 35,7 gr a 237,7 gr con un promedio de 103,20 gr. De forma similar con Córdova et al. (2013) que obtuvo un promedio

de 120 gr del peso seco de la muestra. Por lo que los resultados se parecen a lo que se obtuvo. Así mismo el coeficiente de variación resultante es de 47,12%, teniendo en cuenta a Gamarra et al. (2015) mencionan que si el coeficiente de variación supera el 26% es considerado como datos muy variables.

### **I. Rendimiento por planta (gr) y por hectárea (t/ha)**

El rendimiento por planta, se encontró en un rango de 7,14 gr a 68,07 gr con un promedio del 23,64 gr siendo su coeficiente de variación de 49,54% mostrando datos “muy variables”. Como afirman Gamarra et al. (2015), si el coeficiente de variación es mayor al 26% los datos son muy variables. Por lo que Cherrepano et al. (2021), reporto un rendimiento entre de 348,6 gr a 633,4 gr con un coeficiente de variación “muy homogéneo” de 2,80%. Este resultado contradice a esta investigación ya que el rendimiento por planta tuvo un coeficiente de variación muy variable.

En cuanto al rendimiento por hectárea, los valores se encontraron entre 0,12 t/ha a 1,13 t/ha siendo su promedio de 0,40 t/ha y su coeficiente de variación de 49,54%. Según Gamarra et al. (2015) si el coeficiente de variación supera al 26% existe datos “muy variables”. Sin embargo, los resultados de Rodríguez (2015) entre 3,72 t/ha a 10,40 t/ha con un coeficiente de variación de 11,27% son diferentes a los obtenidos, debido que el rendimiento por hectárea presentó datos muy variables.

#### **5.1.2 Descriptores cualitativos**

De las 27 variables que se evaluaron solo 18 mostraron variabilidad, por la cual se sometieron al índice de Shannon -Weaver ( $H'$ ), para determinar el nivel de diversidad que existe. De acuerdo al índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) se puede clasificar la diversidad entre accesiones en tres niveles (Eticha et al., 2005):

- Las variables: nudos a primera flor, forma del foliolo, color de vainas secas, color de vainas inmaduras, forma de la vaina, arreglo de las semillas en la vaina, forma del grano, color de la semilla, color de hilio y superficie del grano son considerados variables de alta diversidad por tener un índice mayor a  $H' = >0,60$ .
- Así mismo las variables: anillo de antocianina en las estípulas, manchas grises en las estípulas, color del pedicelo, color de la flor y color de las vainas secas, tuvieron un índice de diversidad intermedia por que presentaron un índice entre  $H' = 0,40 - 0,60$ .

- Por último, las variables: antocianina en el tallo, manchas grises en las hojas y presencia de pedúnculo, obtuvieron un índice de diversidad entre 0,10 – 0,39 lo que significó una diversidad baja.

## **5.2 Análisis de componentes principales**

En el análisis de componentes principales (PCA), los resultados se vieron reflejado en dos dimensiones por parte del primer componente principal con 26,6% y el segundo componente principal con el 18,2% las cuales explicaron el mayor porcentaje de varianza entre los siete componentes principales con un Eigen-value mayor a uno.

Además, la contribución en el primer componente se dio por las variables: longitud de entrenudo (69,8%), ancho de la hoja (56,1%), longitud de pétalo (88,0 %), longitud del estambre (65,0%), peso de vainas en verde (84,6%), longitud de vaina (62,4%), ancho de vaina (78,4%), núm. de granos por vaina (59.4%), longitud de grano (64.4%), ancho de grano (67,8%) y el peso de 100 semillas (61,8%). Por otro lado la contribución en el segundo componente se dio por el núm. de días a la floración (59,1%), longitud de sépalo (55,7%), días a la madurez en verde (69,9%), días madurez de cosecha (58,8%) y la longitud de vaina (52,2%); así mismo tenemos a las variables que contribuyeron de manera negativa: peso de 100 semillas (-50.1%), peso seco de la muestra (-51.5), rendimiento por planta (-51.4%) y el rendimiento por hectárea (-51.4%).

## **5.3 Análisis de conglomerados**

Los resultados obtenidos en el análisis de conglomerados, representado por el dendrograma de Ward arrojó cuatro clusters (A, B, C y D), lo que significa que las 25 accesiones (100%) se encuentran agrupadas de la siguiente manera: en el clúster A se observó el 20 % de accesiones, el clúster B lo conforman el 24 % de accesiones, el clúster C tuvo el 16 % de accesiones siendo el menor y el clúster D tuvo el mayor porcentaje con 40 % de accesiones.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

#### **6.1.1 Características morfológicas**

Las características morfológicas cuantitativas que tuvieron mayor variabilidad fueron por parte de los siguientes valores: días a la emergencia, rendimiento por planta, rendimiento por hectárea y peso seco de la muestra; además los valores peso de la vaina y peso de 100 semillas fueron variables; así mismo los valores longitud de entrenudo, ancho de la vaina, longitud del sépalo, longitud de hoja, longitud de la vaina, longitud de grano, longitud de pétalo y ancho de grano presentaron datos homogéneos; por último los valores número de granos por vainas, ancho de hoja, días a la floración, días a la madurez en verde, longitud del estambre, número de plantas germinadas, días a la madurez fisiológicas y días a la madurez de cosecha mostraron datos muy homogéneos.

En las características morfológicas cualitativas solo 22 variables mostraron mayor variabilidad, que se determinaron por el índice de diversidad la cual fueron 10 variables que tuvieron diversidad alta, nueve variables tuvieron diversidad media y tres variables fue de baja diversidad. Las nueve variables cualitativas restantes no mostraron variabilidad ya que las categorías fueron estándar para las 25 accesiones, es decir que todas las accesiones se alojaron en una sola categoría.

#### **6.1.2 Características agronómicas**

Las accesiones fueron divididas en cuatro grupos A, B, C y D; lo cual podemos decir que:

- En el grupo A, conformado por cinco accesiones (PER012552, PER012563, PER012553, PER012565, PER012566), se caracterizan en lo siguiente: número de plantas germinadas y días a la madurez fisiológica.
- Por parte del grupo B, representado por seis accesiones (PER012582, PER012554, S/C2, PER012556, PER012567, PER012571), se caracterizó por: días a la emergencia, días a la floración, longitud de sépalo, días a la madurez en verde, días a la madurez de cosecha y longitud de vaina.
- Por otro lado, el grupo C que lo conformaron cuatro accesiones (PER012559, PER012564, PER012546, PER012550), se caracterizó en: número de plantas

germinadas, longitud de entrenudo, longitud de la hoja, peso de vainas verdes, longitud de grano, ancho de grano, peso de 100 semillas, peso seco de la muestra, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea.

- Para finalizar, el grupo D donde se reunieron diez accesiones (S/C4, PER012577, S/C1, PER012578, PER012557, PER012549, S/C3, PER012574, PER012558, PER012560), caracteriza por tener mayor cantidad de variables, por ejemplo: número de plantas germinadas, ancho de hoja, longitud de pétalo, longitud del sépalo, longitud de estambre, días a la madurez fisiológica, longitud de vainas, ancho de vainas y número de granos por vainas.

## **6.2 Recomendaciones**

Estudiar más a fondo las accesiones del grupo C y D identificadas como: azul, Huamachuco, Lincoïd Sausa, compuesto 54, compuesto 54-a, compuesto 57, compuesto 57-a, n n-1, criolla churcampa, acc.1032-a, nn 1-a, blanca achatada, remate y arveja azul criollo, ya que son accesiones con caracteres favorables para el agricultor y el mercado peruano.

Además, continuar con las evaluaciones de las características morfológicas y de producción en mayores cantidades de accesiones con diferentes accesiones.

Así mismo se recomienda que el INIA realice un descriptor actualizado para el cultivo de arveja añadiendo variables como: número de foliolos, número de entrenudos, altura de planta y número de flores/planta.

## CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Abdi, H., y Williams, L. J. (1958). Principal component analysis: Principal component analysis. Wiley Interdisciplinary Reviews. *Computational Statistics*, 2(4), 433-459. <https://doi.org/10.1002/wics.101>
- Acuña, R. (2008). *Compendio de fitopatógenos de cultivos agrícolas* (primera edición). Santiago, Chile. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/62101>
- Aguilar, C. y Mora, R. (2019). *Evaluación del efecto de una poliamina sobre el crecimiento y desarrollo de arveja (Pisum sativum L.) en condiciones de campo* (tesis de pregrado, Universidad de Cundinamarca). <http://hdl.handle.net/20.500.12558/1888>
- Alan, D. y Cortez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica* (Primera edición). Editorial UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12498>
- Anchivilca, G. (2018). *Abonamiento orgánico y fertilización npk en arveja verde (Pisum sativum L.) cv. rondo, bajo riego por goteo en Tupicocha, Huarochiri* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3559>
- Argibay, P. (2011). Estadística avanzada en medicina: el análisis de componentes principales. *Revista Hospital Italiano de Buenos Aires* 31(3), 107 – 112. [https://www1.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias\\_attachs/47/documentos/11019\\_PAG%20107-112\\_HI%203-9%20ICBME.pdf](https://www1.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_attachs/47/documentos/11019_PAG%20107-112_HI%203-9%20ICBME.pdf)
- Aquino, J. (2023). *Comportamiento productivo de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) para grano verde, bajo tres densidades de siembra en el Distrito San Juan de Sonche – Amazonas* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Perú). <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3094>
- Barzola, M. y Hermitaño, Y. (2018). *Evaluación de rendimiento de variedades comerciales de grano fresco de arveja (Pisum sativum L.), en el Distrito de Paucartambo – Pasco* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión). <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1423>

- Briones, A., Medina, A., Yoshino, M. y Maruyama, H. (2016). *Guía de producción comercial de arveja* (primera edición). Editorial INIA – MINAGRI. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/422>
- Cadena, M., Yepes, D. y Merchancano, J. (2020). *Manual técnico para la producción artesanal de semilla de arveja* (primera edición). Editorial AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403459>
- Camarena, F. Huaranga, A. y Osorio U. (2014). *Innovación fitotecnia del haba (Vicia faba L.), arveja (Pisum sativum L) y lenteja (Lens culinaris Medik). Primera Edición.* Universidad Nacional Agraria La Molina. p.101-157. <https://bibliotecaopac.unas.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=223>
- Cántaro, H. (2019). *Reguladores de crecimiento en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.) cv. Rondo en la molina* (tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3893>
- Carapaz, N. y Román, N. (2012). *Respuesta de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes, Rhizobium y Micorrizas en Bolivar – provincia de Carchi* (tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte). <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2038>
- Cásseres, E. (1981). *Producción de hortalizas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <http://repositorio.iica.int/handle/11324/6792>
- Castro, L. (2017). *Caracterización del crecimiento de cuatro variedades de arveja usando la escala fenológica BBCH en Nemocón, Cundinamarca*. (tesis de pregrado, Universidad de Cundinamarca, Colombia) <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2457/CACTERIZACI%C3%93N%20DEL%20CRECIMIENTO%20DE%20CUATRO%20VARIETADES%20DE%20ARVEJA%20USANDO%20LA%20ESCALA%20FENOL%C3%93GICA%20BBCH%202.pdf>
- Checa, O., Bastidas, J. y Narváez, O. (2017). Evaluación agronómica y económica de arveja arbustiva (*Pisum sativum L.*) en diferentes épocas de siembra y sistemas de tutorado.

*Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20 (2), 279-288.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n2/v20n2a06.pdf>

Checa, O., Rodríguez, D., Ruiz, M. y Muriel, J. (2021). *La arveja, Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia* (primera edición). Editorial Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/7303/1/LIBRO%20ARVEJA%202022.pdf>

Checa, O., Rodríguez, M., Yepes, B., Muriel, J., Herrera, D. y Ruano, J. (2019). *Aspectos técnicos para la producción de semilla de arveja de calidad en finca de agricultor*. <https://www.agrosavia.co/media/dqunpcez/cartilla-semilla-arveja-1-1.pdf>

Cherrepano, R., Vélez, Y., Cruz, D. y Legua, J. (2021). Densidad estomática de arveja (*Pisum sativum*) por microscopía electrónica de barrido en relación al rendimiento. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(15), 114-125. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.132>

Chuquín, L. y Paredes, R. (2012). *Influencia de las fases lunares en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de arveja (Pisum Sativum L.) sembradas a doble excavado y de forma tradicional, en San Ignacio, Canton Antonio Ante* (tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte). <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2682>

Coaquira, J., Huaranga, A., y Coaquira, R. (2021). Cadena productiva y comercialización de arveja (*Pisum sativum* L.) del corredor económico en Acobamba, Huancavelica, Perú. *Idesia (Arica)*, 39(3), 33-41. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000300033>

Collazos, R., Neri, J. y Huamán, E. (2018). Rendimiento de tres cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) con aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en el anexo de Taquia, Chachapoyas. *Revista De Investigación De Agroproducción Sustentable*, 2(2), 26–33. <https://doi.org/10.25127/aps.20182.390>

Córdova, J., Juárez, J. y Cerrón, L. (2013). Cinética de secado de *Pisum sativum* L. (arveja verde) variedad Usui. *Ciencia E Investigación*, 16(2), 61-63. <https://doi.org/10.15381/ci.v16i2.9957>

- Cubero, J. y Moreno, M. (1983). *Leguminosas de grano*. Editorial Mundi-Prensa. España, Madrid. 359 p.
- Dongo, A. (2017). *Descripción metodológica del análisis de clúster utilizando el algoritmo de Ward*. (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3384>
- Escobar, M., Lobo, M. y Medina, C. (1989). *Evaluación primaria y caracterización de germoplasma de arveja (Pisum sativum L.)*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/30656>.
- Eticha, F., Bekele, E., Belay, G., y Börner, A. (2005). Phenotypic diversity in tetraploid wheats collected from Bale and Wello regions of Ethiopia. *Plant Genetic Resources*, 3(1), 35-43. <https://doi.org/10.1079/PGR200457>
- Galindo, R. (2020). *Arveja (Pisum sativum L.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2. <http://agriperfiles.agri-d.net/individual/n505887>
- Galindo, J. y Clavijo, J. (2007). Área de la hoja compuesta y variaciones de forma en los fitómeros de arveja (*Pisum sativum* L.) en respuesta a diferentes ambientes de Trópico Alto Andino. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(1), 44-51. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624573>
- Gamarra, G., Francisco, W., Pujay, O., y Rivera, T. (2015). *Estadística e investigación con aplicaciones de SPSS*. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0031.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA (1993). *Proyecto de desarrollo Rural Sostenible de zonas de fragilidad Ecológica en la región del Trifinio*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/10603/CDGT21041273e.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Investigación Agraria – INIA (2024). *Día Nacional de las Legumbres: En el Perú, más de 140 mil familias se dedican a la producción de este alimento*. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias>

- Kay, D. (1979). *Legumbres alimenticias*. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza-España. 12 p.  
[https://www.editorialacribia.com/libro/legumbres-alimenticias\\_53725/](https://www.editorialacribia.com/libro/legumbres-alimenticias_53725/)
- Kumar, A. y Choudhary, A. (2014). *Scientific Cultivation of Vegetable Pea (Pisum sativum L.)*. Publisher: Indian Agricultural Research Institute.  
[https://www.researchgate.net/publication/329028508\\_Scientific\\_Cultivation\\_of\\_Vegetable\\_Pea](https://www.researchgate.net/publication/329028508_Scientific_Cultivation_of_Vegetable_Pea)
- Mamani, F. (2014). *Evaluación de Bioestimulantes en la producción de arveja (Pisum sativum L.) bajo condiciones del Sector Omo en el Valle de Moquegua* (tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María).  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9288>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2023). *Sistema de Información Escolar Administrativo – SIEA Perfil productivo regional*.  
[https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea\\_bi/index.html](https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html)
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2019). *INIA exhibe diversidad genética y variedades mejoradas en ceremonia por el día global de las legumbres*.  
<https://www.inia.gob.pe/2019-nota-010/>
- Narváez, H. (2005). *Evaluación de la productividad de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.), parroquia Yaruquí - Provincia de Pichincha* (tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja). Biblioteca F.A.R.N.R.  
<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5578>
- Neira, L. (2008). *Descriptores de Estándares de Clasificación de Ecosistemas Costeros y Marinos (ECECM)*.  
<https://oas.org/dsd/IABIN/Component2/RFP/Clasificacion%20Estandar%20Costero%20Marina.pdf>
- Nonnecke, I, Adedipe, N. y Ormrod, D. (1971). Temperature and humidity effects on the growth and yield of pea cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*. 51 (6): 479-484. <https://doi.org/10.4141/cjps71-094>

- Núñez, C. y Escobedo, D. (2015). Caracterización de germoplasma vegetal: la piedra angular en el estudio de los recursos fitogenéticos. *Acta Agrícola y Pecuaria. I* (1)-6. <https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/1>
- Peralta, E., Murillo, N., Mazón, J., Pinzón, Z., Villacrés, E. (2013). *Manual agrícola de fréjol y otras leguminosas* (tercera edición). Publicación Miscelánea No. 135. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2705>
- Proaño, E. (2021). *Caracterización agromorfológica de 20 accesiones de arveja (Pisum sativum) del banco activo de semillas de la Universidad Técnica de Cotopaxi en la parroquia de Constantino Fernández perteneciente al cantón Ambato* (tesis pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador). <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10167>
- Puga, J. (2010). *Manual de la arveja*. Quito – Ecuador.
- Roca, W., et al. (2018). Caracterización agromorfológica de accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) en la región andina del Perú. *Revista Peruana de Investigación Agraria, I*(1), 1-12.
- Rodríguez, G. (2015). *Evaluación de 12 cultivares de arveja (Pisum sativum L) de tipo industrial para cosecha en verde en condiciones de Tarma* (tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). <http://hdl.handle.net/20.500.12894/977>
- Rojas, C. (2017). *Producción de arveja verde “Quantum” (Pisum sativum L.) con aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol en condiciones agroclimáticas de Tiabaya – Arequipa* (tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2421>
- Román, A., Salas, R., Vigo, C., y Leiva, S. (2017). Caracterización agronómica de dos ecotipos de arveja (*Pisum sativum*) de la región Amazonas en la Estación Experimental Quipachacha-Levanto (provincia de Chachapoyas). *Revista De Investigación De Agroproducción Sustentable, I*(1), 47–54. <https://doi.org/10.25127/aps.20171.350>

- Rondinel, R. (2014). *Rendimiento de vaina verde de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) en tres modalidades de siembra de agricultura de conservación Canaán a 2750 msnm - Ayacucho* (tesis de pregrado, Universidad Nacional De San Cristóbal de Huamanga). <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/901>
- Rosero, V. y Checa, O. (2021). Caracterización morfológica y clasificación jerárquica de 40 genotipos de arveja (*Pisum sativum L.*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15 (2). <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i2.12078>
- Ruiz, J. (2019). *Introducción de variedades mejoradas de arveja (Pisum sativum L.) en condiciones del distrito de Huando – Huancavelica* (tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú). <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5333>
- Saavedra, G. (2023). *Arveja verde Pisum sativum L.* <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68961/7.%20Arveja%20verde.pdf?sequence=9>
- Salazar, G. (2022). *Identificación de plagas en el cultivo de holantao (Pisum sativum L.) en Huacaybamba – Huánuco* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán). <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7905>
- Santos, J., Herrero, M., Mendiola, J., Oliva, M., Ibañez, E., Delerue, C. y Oliveira M. (2014). Assessment of nutritional and metabolic profiles of pea shoots: The new ready-to-eat baby-leaf vegetable. *Food Research International*, 58, 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.062>
- Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad – SENASA (2020). *Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de arveja.* <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2020/07/Guia-BPA-ARVEJA.pdf>
- Silvestri, L. (2016). Conservación de la diversidad genética en el Perú: desafíos en la implementación del régimen de acceso a recursos genéticos y distribución de beneficios. *Revista Peruana de Biología*, 23(1), 73-79. <https://doi.org/10.15381/rpb.v23i1.11837>

- Soto, J. (2015). *Efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos en el rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum L.) variedad usui en condiciones de Chuclaccasa Yauli-Huancavelica* (tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica). <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/206>
- Suasnabar, C. (Ed.). (2021). *Cultivo de arveja*. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7485>
- Strasburger. E. (1986). *Tratado de botánica* (Ed. Marín. 7ª). Edición. España. <https://bibdigital.rjb.csic.es/idurl/1/16014>
- Tasnim, S., Poly, N., Jahan, N. y Khan, A. (2022). Relationship of Quantitative Traits in Different Morphological Characters of Pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science*, 2(2), 103-114. <https://doi.org/10.47352/jmans.2774-3047.119>
- Triola, F. (2004). *Estadística (novena edición)*. Editorial Pearson Educación. [https://www.academia.edu/41716229/LIBRO\\_DE\\_ESTADISTICA\\_MARIO\\_TRIOLA](https://www.academia.edu/41716229/LIBRO_DE_ESTADISTICA_MARIO_TRIOLA)
- Ugás, R., Siura., S., Delgado de la Flor, F., Casas, A. y Toledo, J. (2000). *Programa de Hortalizas*, Universidad nacional Agraria La molina, Lima. <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Datosbasicos.html>
- Universidad de Waikato (2011). *Identifying Mendel's pea genes*. <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/2001-identifying-mendel-s-pea-genes>
- Valdez, N. (2017). *Rendimiento en vaina verde de variedades de arveja (Pisum sativum L.) con y sin tutor socos A 3200 msnm* (tesis de pregrado, Universidad Nacional De San Cristóbal de Huamanga). <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1937>
- Vicente, J. y Sandy, W. (2013). Caracterización de la colección de arveja (*Pisum sativum*). *Revista Boliviana Electrónica*, 1(1), 33-38. [http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/rciii/v1n1/v1n1\\_a04.pdf](http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/rciii/v1n1/v1n1_a04.pdf)

Vila, J. (2019). *Comparativo de variedades y densidad poblacional en el rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum L.), bajo las condiciones edafoclimáticas de Pampa Del Arco, Distrito de Huamanga – Región Ayacucho* (tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui). <https://hdl.handle.net/20.500.12819/689>

Weaver, W. (1953). Recent contributions to the mathematical theory of communication. etc:  
A. *Review of General Semantics*, 10(4), 261–281.  
<http://www.jstor.org/stable/42581364x>

## ANEXOS

### Anexo 1: Preparación y marcado del campo para la siembra de *Pisum sativum*



### Anexo 2: Desinfección de las semillas de *Pisum sativum* por accesiones



**Anexo 3: Desinfección por golpe en cada accesión**



**Anexo 4: Siembra de las semillas de *Pisum sativum***



**Anexo 5: Preparación de trampas amarillas para el control de la mosca minadora**



**Anexo 6: Campo de *Pisum sativum* con trampas amarillas**



**Anexo 7: Tutorado y etiquetado por accesión de *Pisum sativum***



**Anexo 8: Campo experimental de arveja despues de 30 días a la siembra**



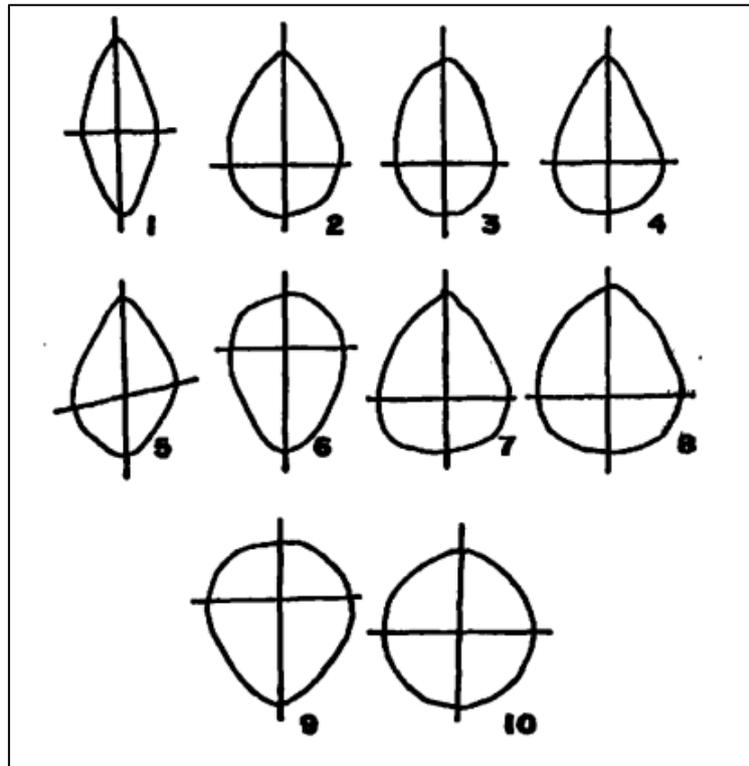
**Anexo 9: Cosecha en vainas verdes por cada accesión**



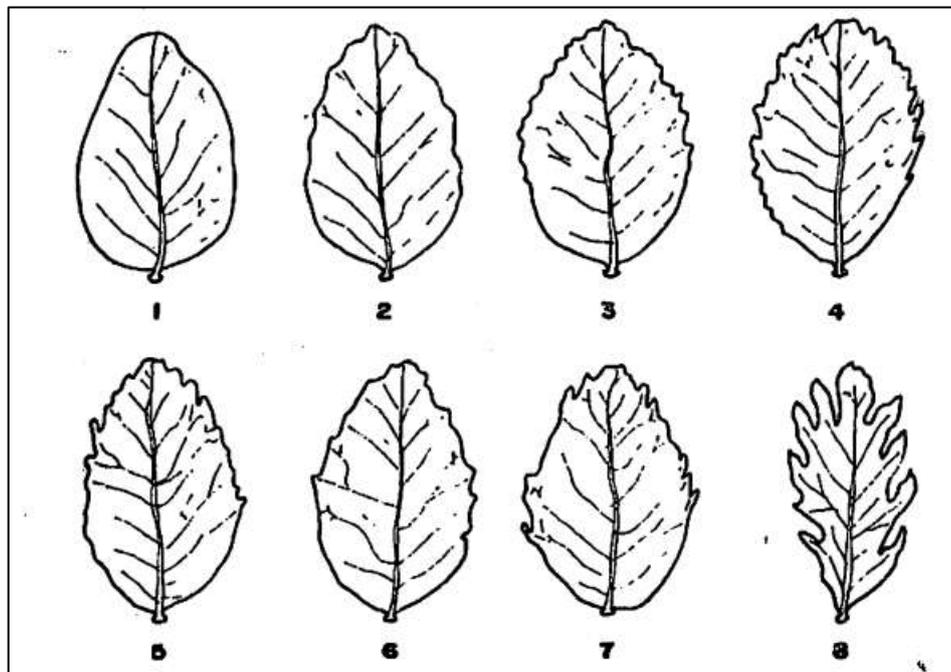
**Anexo 10: Caracterización de las vainas y granos de *Pisum sativum***



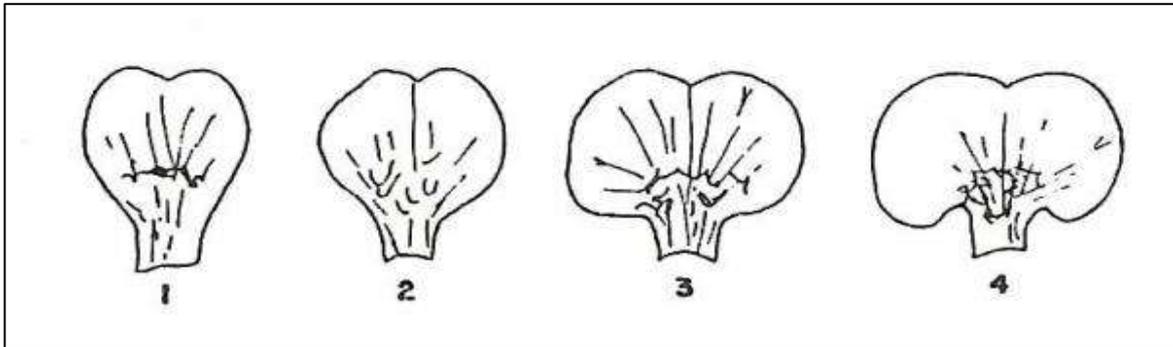
**Anexo 11: Descriptor cualitativo Forma de foliolo**



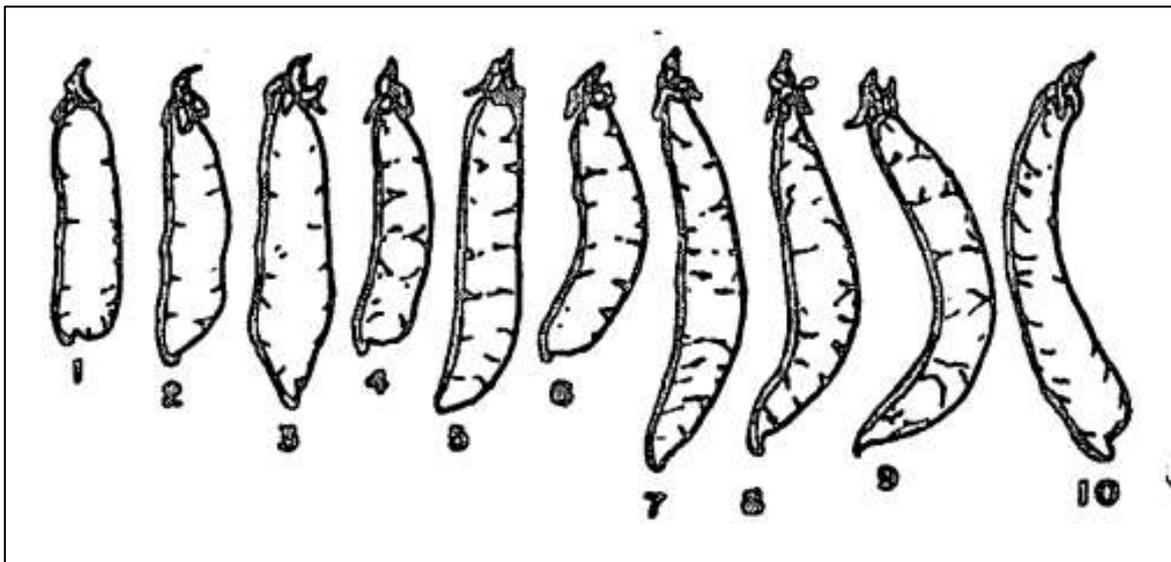
**Anexo 12: Descriptor cualitativo Margen foliar**



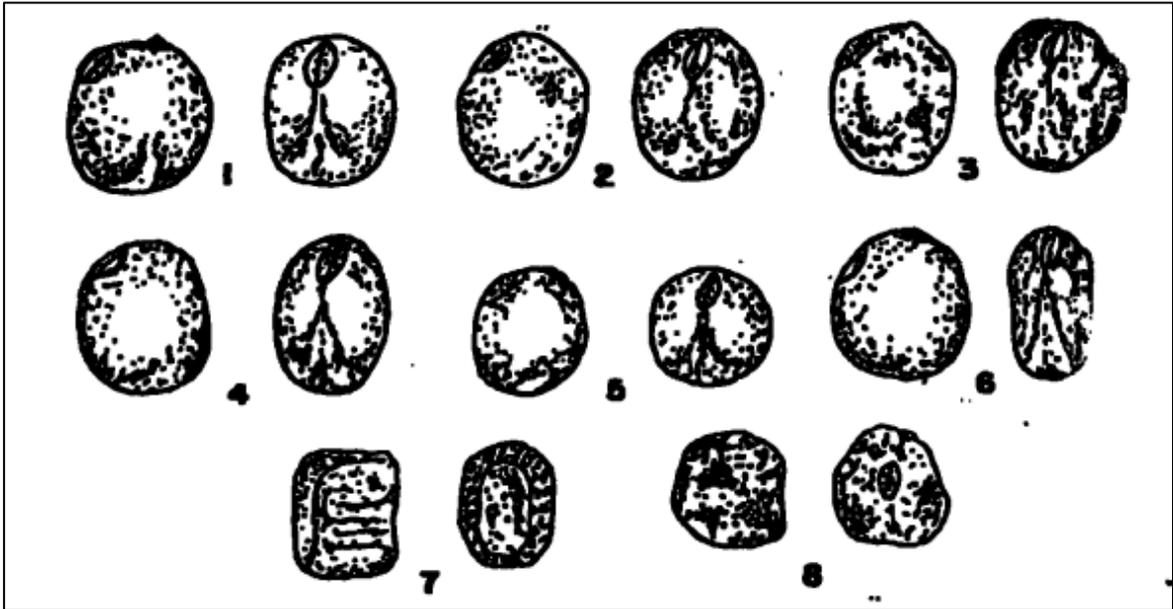
**Anexo 13: Descriptor cualitativo Tipos de flor**



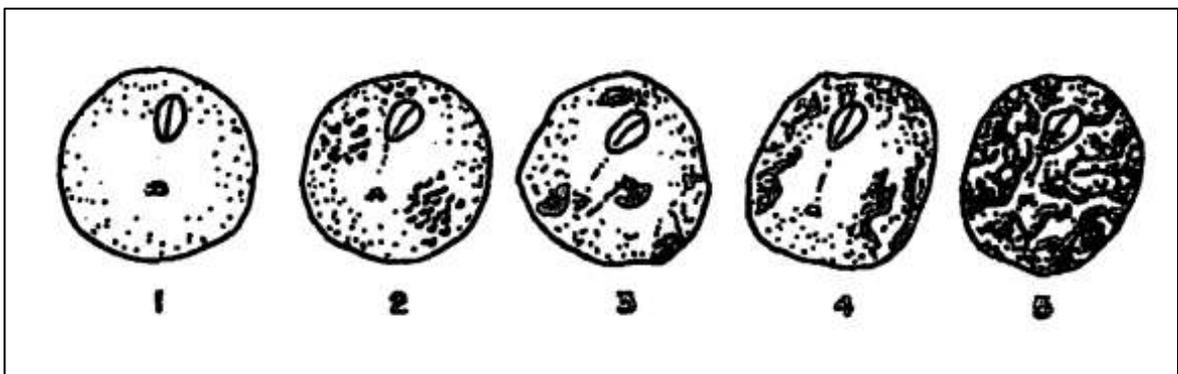
**Anexo 14: Descriptor cualitativo Forma de la vaina**



Anexo 15: Descriptor cualitativo Forma del grano



Anexo 16: Descriptor cualitativo Superficie del grano



Anexo 17: Parámetros de estudio de 25 accesiones de *Pisum sativum*

MORFOLOGIA:	GERMINACIÓN			TALLO			ESTIPULA			HOJA							FLOR											
	VARIABLES:	Días a la emergencia (dds)	Nº de plantas germinadas (n)	Habito de crecimiento	Longitud de entrenudo (cm)	Fasciación	Presencia de antocianina en el tallo	Nudos a primera flor	Tipo de estípulas	Anillo de antocianina	Manchas grises en estípulas	Tipos de folíolos		Forma de folíolo	Color de hojas	Mancha de antocianina en la hoja	Manchas grises en las hojas	Cobertura cerosa en la hoja	Margen foliar	Longitud de hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)	Presencia de pedúnculo	Color de pedicelo	Nº de días a la floración (dds)	Tipo de flor	Color de flor	Longitud de pétalo (cm)	Longitud de sépalo (cm)
CODIGO PER	PER012546	6	12	1	5.38	1	1	2	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	7.42	6.34	4	1	54	4	1	2.11	1.30	1.09
	PER012549	6	12	1	4.14	1	1	2	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	8.52	7.64	3	1	53	4	1	2.22	1.37	1.10
	PER012550	6	12	1	5.20	1	1	2	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	11.32	7.98	4	1	49	4	1	2.29	1.17	1.11
	PER012552	6	12	1	3.32	1	1	2	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	7.08	6.24	4	1	47	4	1	1.83	1.03	1.12
	PER012553	6	12	1	3.62	1	1	1	1	2	3	1	2	3	1	1	2	1	9.10	7.66	4	2	55	4	4	2.03	1.30	1.11
	PER012554	6	12	1	3.02	1	1	2	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	8.70	6.46	4	1	57	4	1	1.83	1.23	1.09
	PER012556	16	9	1	3.96	1	1	2	1	1	5	1	1	3	1	3	2	1	7.40	6.34	4	1	57	4	1	1.96	1.35	1.05
	PER012557	6	12	1	4.14	1	2	2	1	2	5	1	2	3	1	3	2	1	10.26	7.58	4	2	59	4	4	2.18	1.50	1.11
	PER012558	6	12	1	4.34	1	2	2	1	2	5	1	2	3	1	3	2	1	9.78	7.48	4	2	53	4	4	2.06	1.37	1.14
	PER012559	6	12	1	4.36	1	1	2	1	2	5	1	2	3	1	3	2	1	10.70	7.16	4	2	48	4	4	2.00	0.98	1.17
	PER012560	6	12	1	3.88	1	1	2	1	2	3	1	2	3	1	1	2	1	8.78	7.46	4	2	60	4	4	2.13	1.41	1.11
	PER012563	16	12	1	3.52	1	1	1	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	9.64	7.64	4	1	53	4	1	1.77	1.10	1.03
	PER012564	16	12	1	4.54	1	1	2	1	1	5	1	1	3	1	3	2	1	11.40	8.28	4	1	55	4	1	1.70	0.98	1.01
	PER012565	16	12	1	4.10	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	3	2	1	9.52	6.82	4	1	52	4	1	1.78	0.98	1.01
	PER012566	6	12	1	3.98	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	3	2	1	8.80	6.78	4	1	48	4	1	1.79	1.01	1.07
	PER012567	16	11	1	4.34	1	1	2	1	2	3	1	1	3	1	1	2	1	10.06	8.00	4	2	60	4	4	2.02	1.61	1.06
	PER012571	16	12	1	4.46	1	1	2	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	8.70	7.62	4	1	62	4	1	2.08	1.41	1.03
	PER012574	16	12	1	4.64	1	1	3	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	9.92	8.22	4	1	56	4	1	1.97	1.40	1.15
	PER012577	16	12	1	5.56	1	2	2	1	2	5	1	1	3	1	3	2	1	12.36	8.36	3	2	61	4	4	2.24	1.53	1.16
	PER012578	6	12	1	5.52	1	1	2	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	11.56	7.98	4	1	50	4	1	2.16	1.49	1.12
	PER012582	6	12	1	3.40	1	1	2	1	1	3	1	1	3	1	3	2	1	8.20	6.22	4	1	59	4	1	1.55	1.42	0.99
	S/C1	16	12	1	3.24	1	1	2	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	8.58	7.06	4	1	60	4	1	2.48	1.40	1.22
	S/C2	6	12	1	2.28	1	1	1	1	1	5	1	2	3	1	3	2	1	9.72	6.96	4	1	50	4	1	1.69	1.02	1.08
	S/C3	6	12	1	4.58	1	1	1	1	1	3	1	2	3	1	3	2	1	10.22	8.70	4	1	55	4	1	1.98	1.40	1.19
	S/C4	10	12	1	3.90	1	1	2	1	1	5	1	1	3	1	3	2	1	10.00	7.34	4	1	60	4	1	2.29	1.29	1.14

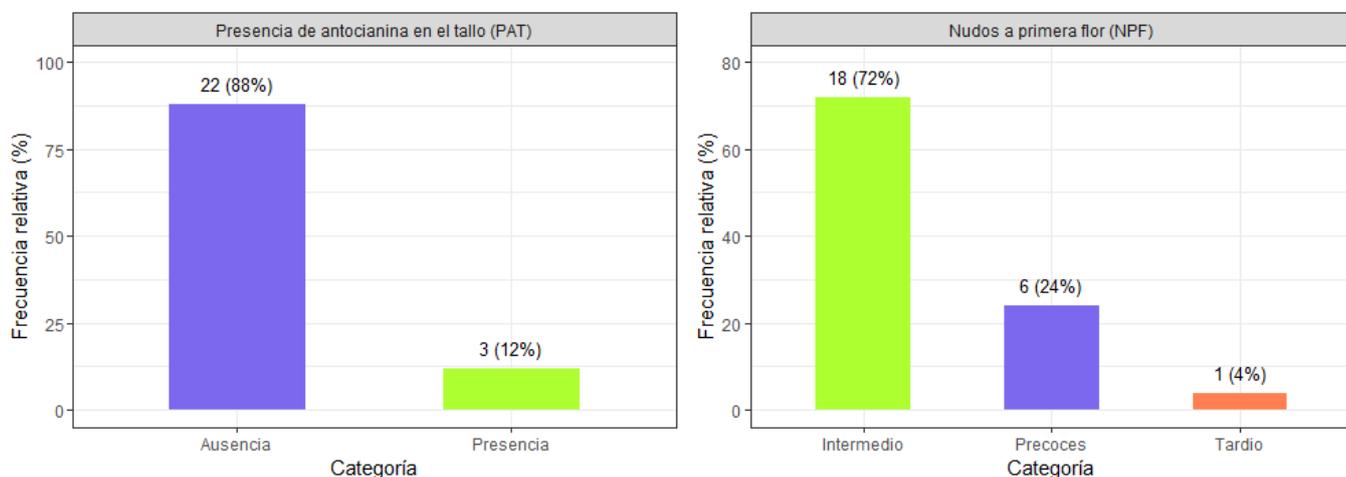
< Continuación

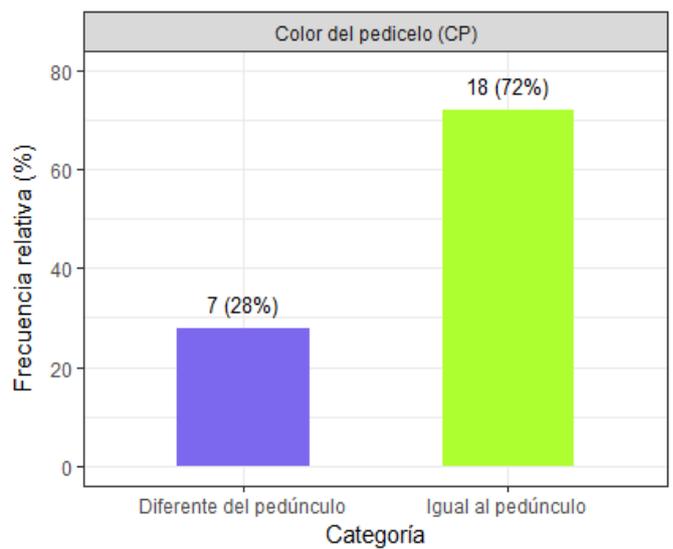
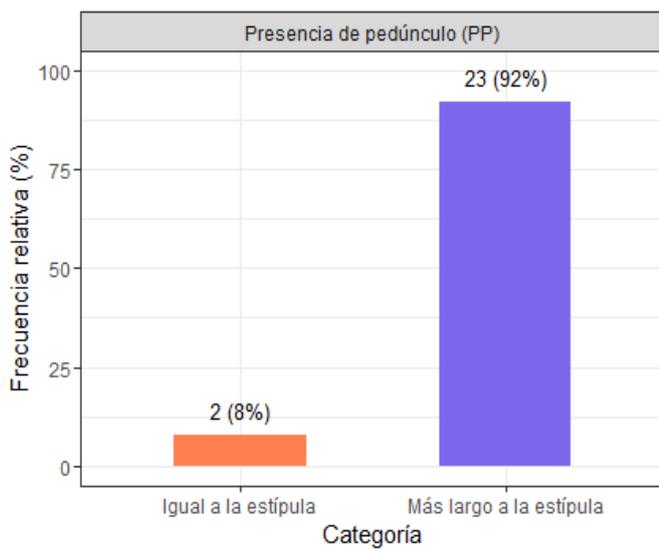
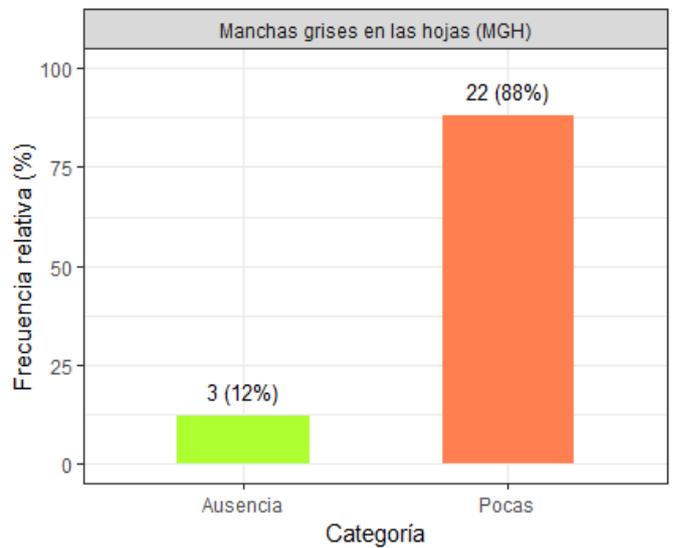
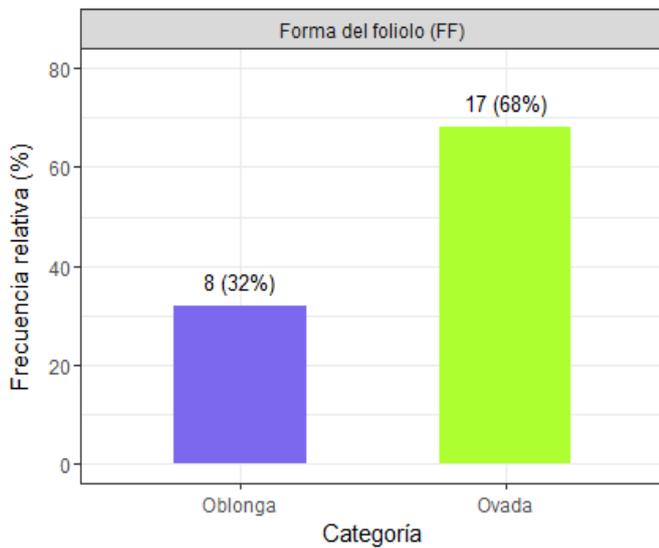
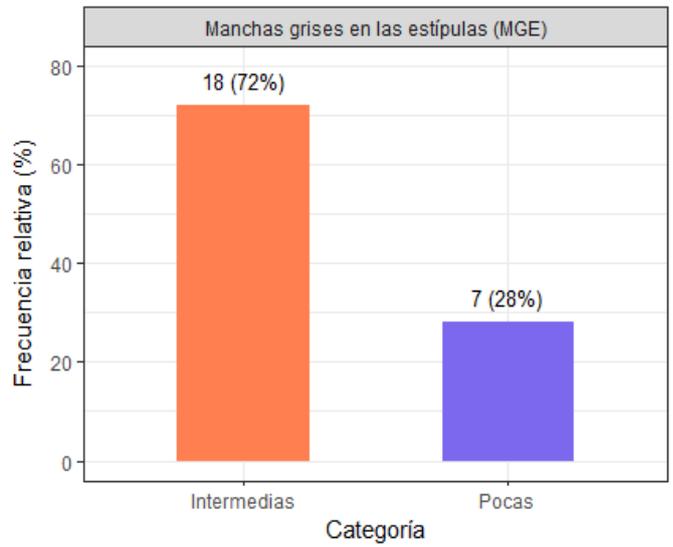
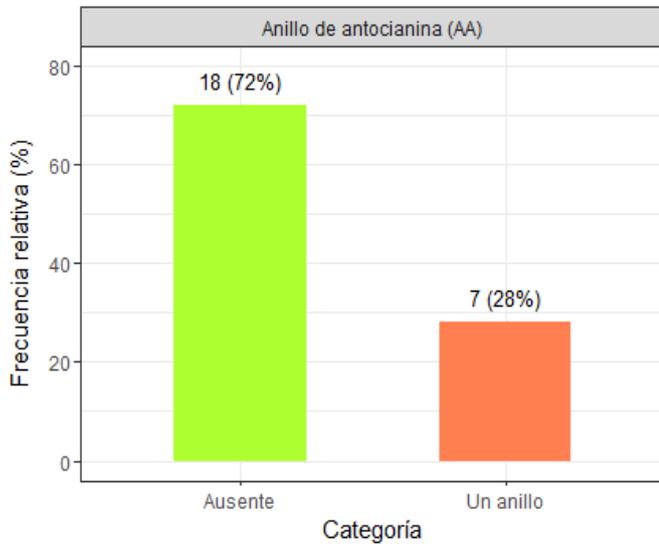
MORFOLOGÍA:	FRUTO											SEMILLA					COSECHA							
	VARIABLES	N° Días de madurez en verde	Forma de la vaina	Color de la vaina inmadura	Presencia de antocianina en la vaina	N° Días a madurez fisiológica	N° Días a madurez de cosecha	Coloración de las vainas secas	Arreglo de las semillas en la vaina	Peso de la vaina (gr)	Longitud de la vaina (cm)	Ancho de la vaina (cm)	N° de granos por vainas	Color de la semilla	Color Hilium	Forma de grano	Superficie de grano	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Peso de 100 semillas (gr)	Número de plantas	Peso de muestra (g)	Rendimiento por planta	Rendimiento por hectárea (t/ha)
CODIGO PER	PER012546	67	3	3	0	96	99	2	1	14.19	105.5	17.66	10	3	1	7	5	13.30	10.34	49.96	3	120.5	40.17	0.670
	PER012549	75	3	3	0	94	107	1	1	13.52	112.1	17.94	8	6	1	4	1	14.19	10.17	47.34	5	78.01	15.60	0.260
	PER012550	68	3	3	0	91	102	2	2	14.00	112.5	17.82	8	6	2	2	1	13.94	12.05	43.43	3	66.35	22.12	0.369
	PER012552	73	5	3	0	97	107	1	2	8.16	90.66	14.8	7	7	1	1	1	10.93	9.44	30.92	6	55.9	9.32	0.155
	PER012553	82	6	3	1	91	103	4	1	8.00	88.50	14.94	6	9	2	2	2	11.98	11.23	40.54	6	143.4	23.91	0.399
	PER012554	80	3	4	0	92	105	4	2	8.15	94.04	14.32	8	7	2	1	1	9.66	8.26	30.26	6	74.23	12.37	0.206
	PER012556	90	3	3	0	92	107	4	1	11.80	110.4	19.9	8	3	1	2	4	10.38	8.54	29.06	3	60.35	20.12	0.335
	PER012557	83	4	2	1	94	104	4	2	10.36	115.6	18.3	8	3	3	2	5	11.81	10.53	37.59	5	123.4	24.68	0.411
	PER012558	83	5	3	1	94	100	1	1	10.58	110.4	17.62	7	10	3	3	5	12.41	10.90	28.14	7	141.2	20.18	0.336
	PER012559	70	3	3	1	91	99	2	2	9.05	95.06	14.98	8	3	3	2	4	11.75	10.28	39.39	6	212.6	35.45	0.591
	PER012560	81	4	3	1	94	103	1	1	8.82	97.40	16.76	6	10	2	2	1	12.95	11.48	36.93	5	132.5	26.50	0.442
	PER012563	80	2	2	0	98	107	4	1	8.30	90.70	14.78	7	7	1	1	1	10.85	9.58	30.25	3	83.4	27.80	0.463
	PER012564	80	1	2	0	98	107	2	2	9.08	89.06	13.84	8	6	1	1	1	11.08	8.88	49.75	2	136.1	68.07	1.134
	PER012565	81	5	2	0	97	101	4	1	7.37	84.78	13.18	6	7	1	1	1	10.66	8.70	36.44	9	237.6	26.41	0.440
	PER012566	72	1	3	0	92	106	4	2	8.54	91.22	15.54	8	7	1	1	1	10.02	8.49	33.62	3	74.97	24.99	0.416
	PER012567	80	6	3	0	97	109	1	1	6.47	86.48	15.24	7	10	3	2	4	10.17	9.39	22.99	2	59.59	29.80	0.497
	PER012571	83	4	3	0	97	106	4	1	8.94	105.3	16.4	8	6	1	2	3	11.72	9.86	36.16	5	72.23	14.45	0.241
	PER012574	86	5	2	0	97	106	1	2	9.82	93.34	15.12	9	6	1	1	1	10.71	9.80	38.97	5	118.1	23.64	0.394
	PER012577	85	7	3	0	94	107	1	1	13.32	134.5	19.88	7	10	3	2	4	10.58	10.11	32.6	6	132.4	22.08	0.368
	PER012578	79	2	3	0	97	109	4	2	13.25	106.0	18.14	8	7	1	2	1	13.51	10.51	46.07	4	69.92	17.48	0.291
	PER012582	85	7	3	0	94	102	1	2	4.47	109.8	12.3	4	6	1	1	1	9.12	7.58	25.94	7	113.5	16.22	0.270
	S/C1	86	3	3	0	95	107	4	1	12.83	142.8	22.04	8	7	1	8	5	9.85	8.95	42.54	4	107.3	26.84	0.447
	S/C2	87	3	3	0	93	108	4	1	9.39	98.42	12.64	7	7	1	8	5	10.22	9.20	17.73	5	35.72	7.14	0.119
	S/C3	74	2	3	0	91	108	4	2	10.44	106.1	16.66	8	6	1	2	1	12.25	10.79	36.23	3	54.29	18.10	0.302
S/C4	80	3	3	0	99	106	4	1	9.47	115.6	20.84	9	3	1	7	5	10.30	9.45	34.41	3	75.85	25.28	0.421	

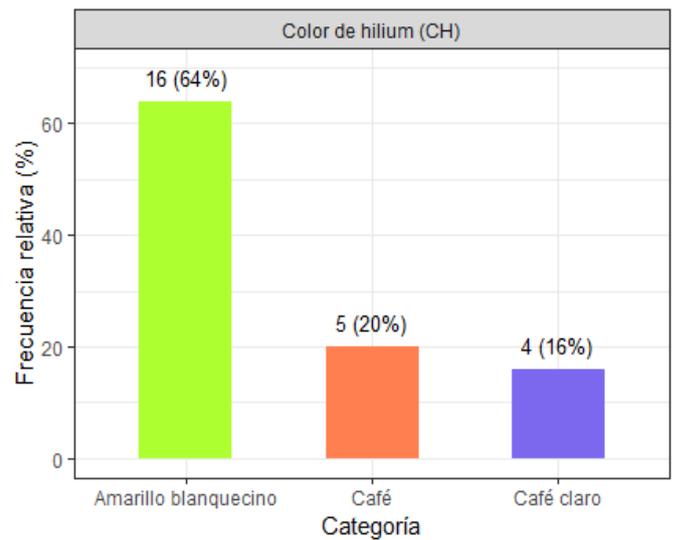
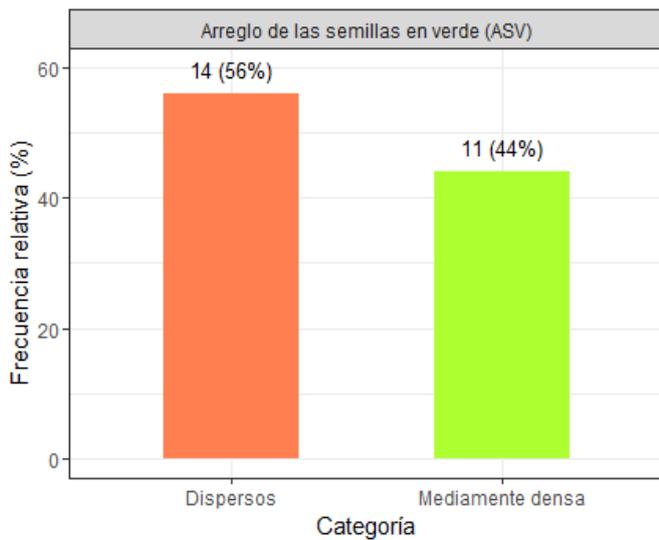
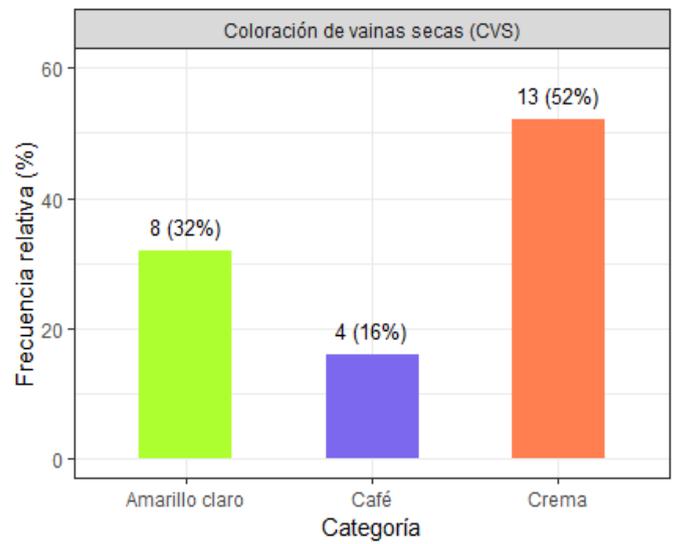
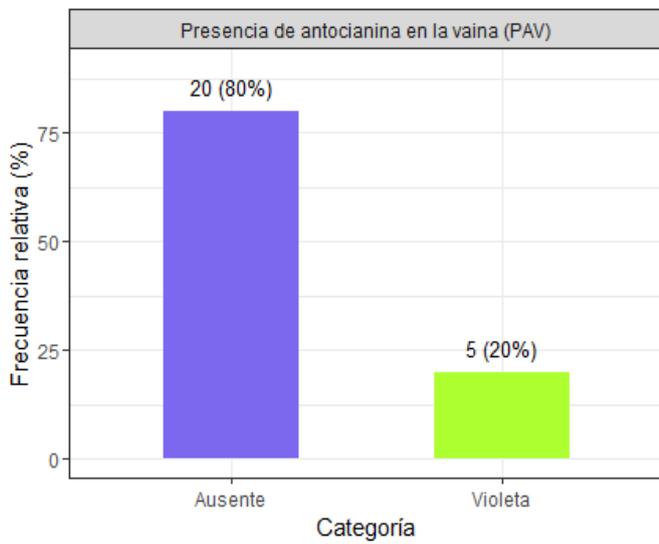
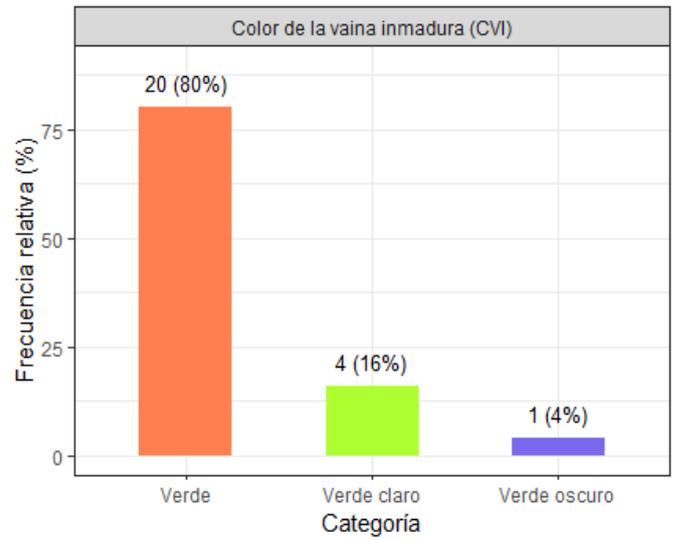
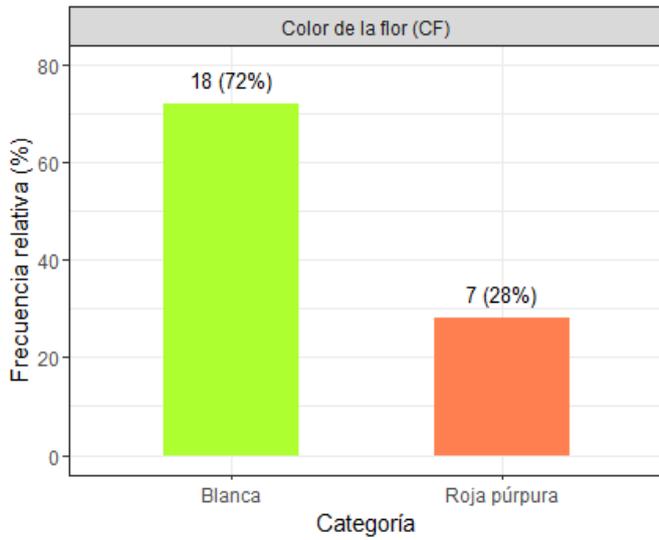
### Anexo 18: Medidas de resumen de los descriptores cuantitativos

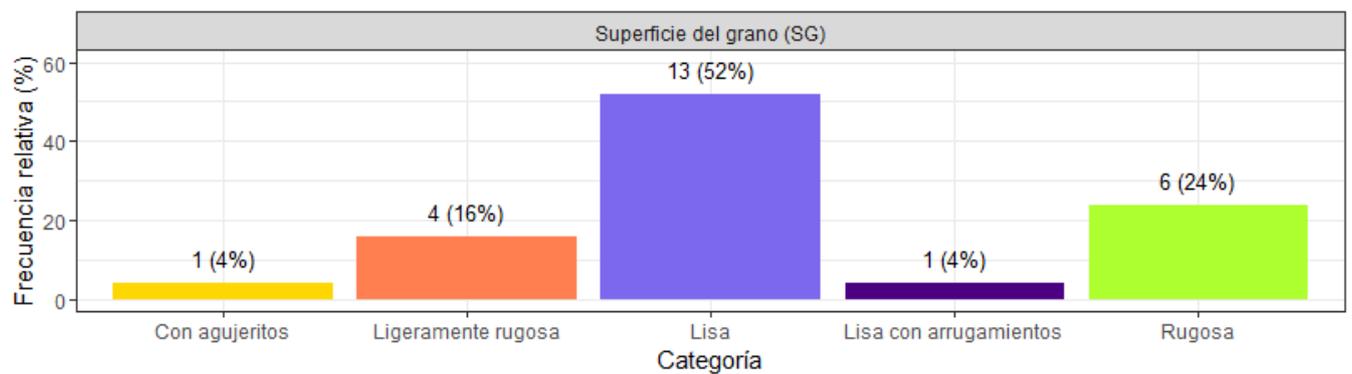
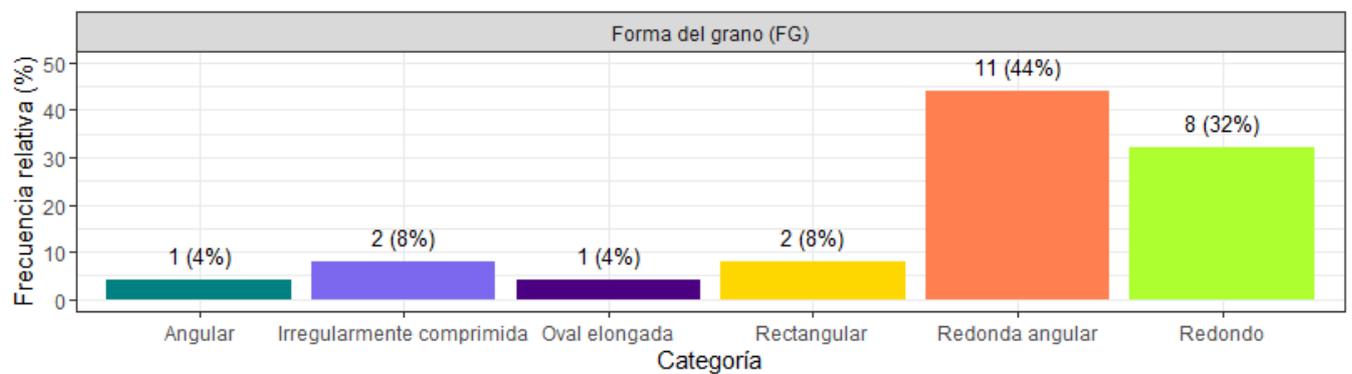
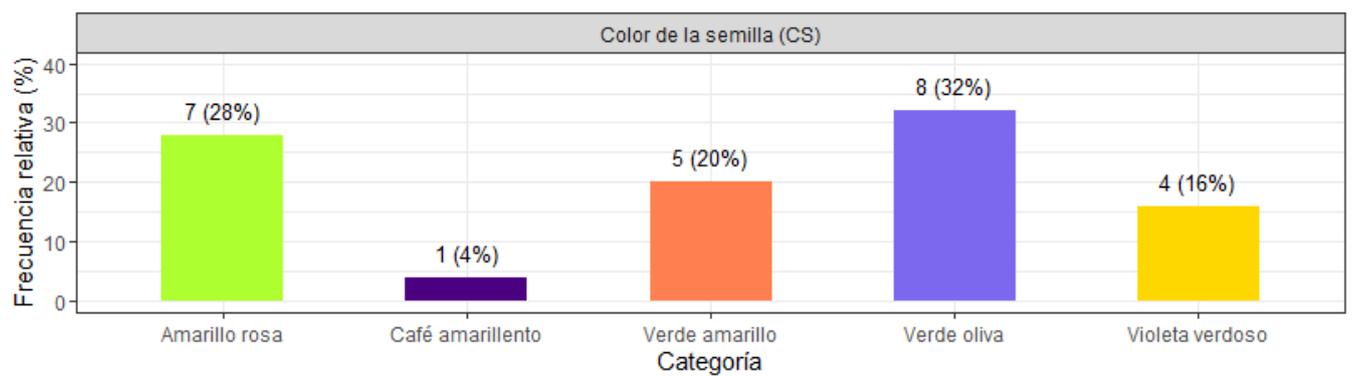
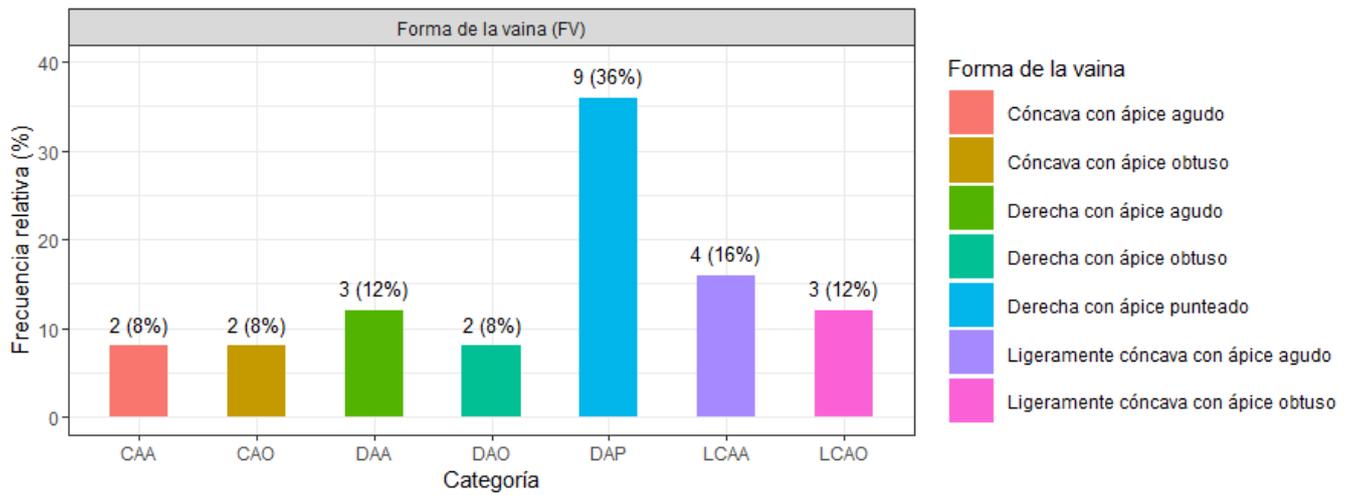
Escala	Variables	Medidas estadísticas simples						
		n	Media	D.E.	CV %	Mín.	Máx.	Mean
<b>Muy variable</b> > 26.0%	Días a la emergencia (dds)	25	6.00	4.84	<b>49.61</b>	6	16	9.76
	Rendimiento por planta	25	23.64	11.86	<b>49.54</b>	7.14	68.07	23.95
	Rendimiento por hectárea (t/ha)	25	0.40	0.2	<b>49.54</b>	0.12	1.13	0.40
	Peso de muestra (gr)	25	83.40	48.63	<b>47.12</b>	35.7	237.7	103.20
<b>Variable</b> 21.0% -	Peso de la vaina (gr)	25	9.39	2.5	<b>25.17</b>	4.47	14.19	9.93
	Peso de 100 semillas (gr)	25	36.23	8.12	<b>22.62</b>	17.7	49.96	35.89
<b>Homogéneo</b> 11.0% - 20.9%	Longitud de entrenudo (cm)	25	4.14	0.79	<b>19.11</b>	2.28	5.56	4.14
	Ancho de la vaina (mm)	25	16.40	0.25	<b>15.45</b>	12.30	22.04	16.47
	Longitud de sépalo (cm)	25	1.35	0.19	<b>15.13</b>	0.98	1.61	1.28
	Longitud de hoja (cm)	25	9.64	1.34	<b>14.13</b>	7.08	12.36	9.51
	Longitud de la vaina (mm)	25	105.32	14.44	<b>13.95</b>	84.78	142.84	103.48
	Longitud de grano (mm)	25	10.93	1.4	<b>12.33</b>	9.12	14.19	11.37
	Longitud de pétalo (cm)	25	2.02	0.22	<b>11.13</b>	1.55	2.48	2.01
	Ancho del grano (mm)	25	9.80	1.08	<b>11.07</b>	7.58	12.05	9.78
<b>Muy homogéneo</b> 0.0% - 10.9%	Número de granos por vainas	25	7.20	0.75	<b>10.3</b>	5.6	8.6	7.31
	Ancho de hoja (cm)	25	9.51	0.72	<b>9.71</b>	6.22	8.7	7.37
	Días a la floración (dds)	25	55.00	4.55	<b>8.28</b>	47	62	54.92
	Días de madurez en verde (dds)	25	80.00	6.08	<b>7.64</b>	67	90	79.60
	Longitud del estambre (cm)	25	1.11	0.06	<b>5.31</b>	0.99	1.22	1.10
	Número de plantas germinadas	25	12.00	0.62	<b>5.27</b>	9	12	11.84
	Días a madurez de cosecha (dds)	25	106.00	3.04	<b>2.9</b>	99	109	105.00
	Días a madurez fisiológica (dds)	25	94.00	2.55	<b>2.7</b>	91	99	94.60

### Anexo 19: Gráfico de frecuencia absoluta de los descriptores cualitativos









### Anexo 20: Matriz de correlación de los descriptores cuantitativos

DE	1.00	-0.34	0.11	0.14	0.24	0.45	0.02	0.10	-0.22	0.49	0.52	0.35	-0.06	0.07	0.13	0.22	-0.42	-0.35	-0.05	0.12	0.32	0.32
PG	-0.34	1.00	0.03	0.29	0.23	-0.17	0.04	-0.18	0.21	-0.35	0.14	-0.22	-0.06	-0.02	-0.24	-0.07	0.20	0.25	0.27	0.24	0.03	0.03
LEN	0.11	0.03	1.00	0.50	0.51	0.02	0.42	0.34	0.16	-0.36	0.11	-0.14	0.55	0.19	0.36	0.30	0.56	0.48	0.57	0.19	0.35	0.35
LH	0.14	0.29	0.50	1.00	0.77	-0.01	0.20	0.08	0.22	-0.01	0.02	0.14	0.21	0.13	0.08	0.25	0.17	0.35	0.15	0.19	0.29	0.29
AH	0.24	0.23	0.51	0.77	1.00	0.18	0.34	0.34	0.30	0.02	0.08	0.34	0.25	0.09	0.17	0.17	0.36	0.54	0.27	-0.02	0.25	0.25
DF	0.45	-0.17	0.02	-0.01	0.18	1.00	0.30	0.70	-0.02	0.57	0.22	0.17	-0.10	0.42	0.35	0.11	-0.28	-0.12	-0.10	-0.02	0.06	0.06
PLP	0.02	0.04	0.42	0.20	0.34	0.30	1.00	0.52	0.67	-0.10	-0.02	0.01	0.70	0.68	0.88	0.53	0.46	0.57	0.44	-0.03	-0.03	-0.03
PLS	0.10	-0.18	0.34	0.08	0.34	0.70	0.52	1.00	0.26	0.36	0.05	0.22	0.22	0.50	0.49	0.14	0.14	0.24	-0.02	-0.22	-0.23	-0.23
LES	-0.22	0.21	0.16	0.22	0.30	-0.02	0.67	0.26	1.00	-0.14	-0.28	0.04	0.50	0.51	0.58	0.45	0.22	0.47	0.20	-0.01	-0.17	-0.16
MV	0.49	-0.35	-0.36	-0.01	0.02	0.57	-0.10	0.36	-0.14	1.00	0.16	0.34	-0.23	0.23	0.06	0.03	-0.52	-0.36	-0.45	-0.02	-0.20	-0.20
MF	0.52	0.14	0.11	0.02	0.08	0.22	-0.02	0.05	-0.28	0.16	1.00	0.27	-0.13	-0.11	0.02	0.18	-0.14	-0.24	0.10	0.00	0.28	0.28
MC	0.35	-0.22	-0.14	0.14	0.34	0.17	0.01	0.22	0.04	0.34	0.27	1.00	0.04	0.08	0.15	0.30	-0.25	-0.24	-0.20	-0.69	-0.19	-0.19
PVV	-0.06	-0.06	0.55	0.21	0.25	-0.10	0.70	0.22	0.50	-0.23	-0.13	0.04	1.00	0.61	0.72	0.69	0.61	0.48	0.55	-0.15	0.03	0.03
LV	0.07	-0.02	0.19	0.13	0.09	0.42	0.68	0.50	0.51	0.23	-0.11	0.08	0.61	1.00	0.79	0.58	0.06	0.11	0.14	-0.12	-0.17	-0.17
AV	0.13	-0.24	0.36	0.08	0.17	0.35	0.88	0.49	0.58	0.06	0.02	0.15	0.72	0.79	1.00	0.68	0.25	0.30	0.31	-0.16	-0.02	-0.02
NGV	0.22	-0.07	0.30	0.25	0.17	0.11	0.53	0.14	0.45	0.03	0.18	0.30	0.69	0.58	0.68	1.00	0.06	-0.01	0.23	-0.17	0.00	0.00
LG	-0.42	0.20	0.56	0.17	0.36	-0.28	0.46	0.14	0.22	-0.52	-0.14	-0.25	0.61	0.06	0.25	0.06	1.00	0.82	0.62	0.03	0.06	0.06
AG	-0.35	0.25	0.48	0.35	0.54	-0.12	0.57	0.24	0.47	-0.36	-0.24	-0.24	0.48	0.11	0.30	-0.01	0.82	1.00	0.39	0.07	0.00	0.00
PS	-0.05	0.27	0.57	0.15	0.27	-0.10	0.44	-0.02	0.20	-0.45	0.10	-0.20	0.55	0.14	0.31	0.23	0.62	0.39	1.00	0.29	0.52	0.52
PSM	0.12	0.24	0.19	0.19	-0.02	-0.02	-0.03	-0.22	-0.01	-0.02	0.00	-0.69	-0.15	-0.12	-0.16	-0.17	0.03	0.07	0.29	1.00	0.44	0.44
RPP	0.32	0.03	0.35	0.29	0.25	0.06	-0.03	-0.23	-0.17	-0.20	0.28	-0.19	0.03	-0.17	-0.02	0.00	0.06	0.00	0.52	0.44	1.00	1.00
RPH	0.32	0.03	0.35	0.29	0.25	0.06	-0.03	-0.23	-0.16	-0.20	0.28	-0.19	0.03	-0.17	-0.02	0.00	0.06	0.00	0.52	0.44	1.00	1.00
	DE	PG	LEN	LH	AH	DF	PLP	PLS	LES	MV	MF	MC	PVV	LV	AV	NGV	LG	AG	PS	PSM	RPP	RPH

### Anexo 21: Mínimo, máximo y promedio del análisis de conglomerados

CLÚSTER:		A			B			C			D		
MEDIDAS SIMPLES:		Valor mínimo	Valor máximo	Promedio									
DESCRIPTORES CUANTITATIVOS	Días a la emergencia (dds)	6	16	10.0	6	16	11.0	6	16	8.5	6	16	9.4
	Núm. Plantas germinadas (n)	12	12	12.0	9	12	11.33	12	12	12.0	12	12	12.0
	Longitud de entrenudo (cm)	3.32	4.1	3.708	2.28	4.46	3.577	4.36	5.38	4.87	3.24	5.56	4.394
	Longitud de la hoja (cm)	7.08	9.64	8.83	7.4	10.06	8.79	7.42	11.4	10.21	8.52	12.36	9.99
	Ancho de la hoja (cm)	6.24	7.66	7.028	6.22	8.0	6.933	6.34	8.28	7.44	7.06	8.70	7.78
	Núm. de días a la floración (dds)	47.0	55.0	51.0	50.0	62.0	57.5	48.0	55.0	51.5	50.0	61.0	56.7
	Longitud de pétalo (cm)	1.77	2.03	1.84	1.55	2.08	1.85	1.7	2.29	2.03	1.97	2.48	2.17
	Longitud de sépalo (cm)	0.98	1.3	1.084	1.02	1.61	1.34	0.98	1.3	1.11	1.29	1.53	1.42
	Longitud del estambre (cm)	1.01	1.12	1.07	0.99	1.09	1.05	1.01	1.17	1.09	1.1	1.22	1.14
	Días a la madurez en verde (dds)	72	82	77.6	80	90	84.17	67	80	71.25	74	86	81.2
	Días madurez fisiológica (dds)	91	98	95	92	97	94.17	91	98	94	91	99	94.9
	Días madurez de cosecha (dds)	101	107	104.8	102	109	106.2	99	107	101.8	100	109	105.7
	Peso de vainas en verde (gr)	7.37	8.54	8.074	4.47	11.8	8.203	9.05	14.19	11.58	8.82	13.52	11.24
	Longitud de vaina (mm)	84.78	91.22	89.17	86.48	110.5	100.8	89.06	112.6	100.6	93.34	142.8	113.4
	Ancho de vaina (mm)	13.18	15.54	14.65	12.3	19.9	15.13	13.84	17.82	16.08	15.12	22.04	18.33
	Núm. de granos por vaina (n)	5.6	7.2	6.76	5.6	7.8	7.0	7.0	7.8	7.3	6.4	8.6	7.78
	Longitud de grano (mm)	10.02	11.98	10.89	9.12	11.72	10.21	11.08	13.94	12.52	9.85	14.19	11.86
	Ancho de grano (mm)	8.49	11.23	9.488	7.58	9.86	8.805	8.88	12.05	10.39	8.95	11.48	10.27
	Peso de 100 semillas (gr)	30.25	40.54	34.35	17.73	36.16	27.02	39.39	49.96	45.63	28.14	47.34	38.08
	Peso seco de la muestra (gr)	55.9	237.7	119.1	35.72	113.6	69.28	66.35	212.7	133.9	54.29	141.2	103.3
Rendimiento por planta (gr)	9.32	27.8	22.49	7.14	29.8	16.68	22.12	68.07	41.45	15.6	26.84	22.04	
Rendimiento por hectárea (t/ha)	0.155	0.463	0.375	0.119	0.497	0.278	0.369	1.134	0.691	0.26	0.447	0.367	