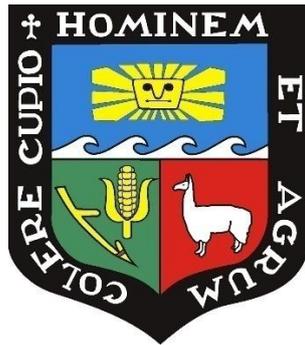


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE PAPAS NATIVAS
(*Solanum spp.*) CULTIVADAS EN LA COMUNIDAD CAMPESINA
MATIPACANA, YAULI, HUANCVELICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

MAX JOEL BAUTISTA CONDORI

LIMA - PERÚ

2023

Document Information

| | |
|-------------------|---|
| Analyzed document | TESIS VERSION FINAL M. BAUTISTA. ACTUALIZADO 06.02.23 (1).docx (D160457191) |
| Submitted | 2023-03-08 19:54:00 |
| Submitted by | ROLANDO PERCY EGUSQUIZA BAYONA |
| Submitter email | pegusquiza@lamolina.edu.pe |
| Similarity | 9% |
| Analysis address | pegusquiza.unalm@analysis.arkund.com |

Sources included in the report

| | | |
|-----------|---|--|
| SA | CORRECCION DE TESIS.pdf Document CORRECCION DE TESIS.pdf (D63859153) |  21 |
| SA | TESIS VICTOR SISA-FINAL CORREGIDO.pdf Document TESIS VICTOR SISA-FINAL CORREGIDO.pdf (D57132849) |  7 |
| SA | TESIS YECESI YESSENIA GUERREROS TRIVIÑOS.pdf Document TESIS YECESI YESSENIA GUERREROS TRIVIÑOS.pdf (D48179014) |  1 |
| SA | TESIS MARIO LUIS FERNANDEZ BELTRAN.docx Document TESIS MARIO LUIS FERNANDEZ BELTRAN.docx (D54404781) |  3 |
| SA | Mejoramiento genético de la papa-libro para evaluar (1).docx Document Mejoramiento genético de la papa-libro para evaluar (1).docx (D110211075) |  3 |
| SA | final tesis bety.docx Document final tesis bety.docx (D54466448) |  1 |
| SA | TESIS CLONES PAPA-JAIRO..docx Document TESIS CLONES PAPA-JAIRO..docx (D13588808) |  6 |
| SA | MARCO.docx Document MARCO.docx (D57553454) |  13 |
| SA | TESIS COMPLETA YESICA imprimir.docx Document TESIS COMPLETA YESICA imprimir.docx (D62768156) |  2 |

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
"DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE PAPAS NATIVAS (Solanum spp.) CULTIVADAS EN LA COMUNIDAD CAMPESINA MATIPACANA, YAULI, HUANCAMELICA"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE PAPAS NATIVAS
(*Solanum spp.*) CULTIVADAS EN LA COMUNIDAD CAMPESINA
MATIPACANA, YAULI, HUANCVELICA”**

Max Joel Bautista Condori

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Rolando Percy Egúsqiza Bayona
ASESOR

Dr. Juan Waldir Mendoza Cortez
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud, fortaleza y prosperidad

A mis Padres Cirilo Bautista e Irene Condori, por su gran amor y apoyo incondicional, por sus sacrificados esfuerzos de sacar adelante a la familia que me honra pertenecer

A mis hermanos Eder, Diego y Álvaro, por ser mis ejemplos de superación, por sus enseñanzas y críticas que me permiten mejorar cada día

A mis tías Nancy Bautista, Rosa Bautista, por instruirme y guiarme desde mi nacimiento, por sus sabios consejos que siempre los tendré en cuenta

A mis padrinos Eva Condori y Luis Vásquez, por su cariño fraternal, por ilustrarme y motivarme desde pequeño

A mis abuelos, por su presencia espiritual en cada día

A mis demás familiares, por estar ahí siempre conmigo, por sus buenos deseos y consejos

A Paula Ruiz, por su amor, comprensión y apoyo absoluto en todo momento

A mi alma mater Universidad Nacional Agraria La Molina, por su gran educación y enseñanzas a través de magníficos docentes

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi maestro y asesor de tesis, Rolando Egusquiza por su amistad, por sus lecciones, enseñanzas y confianza brindada desde mi formación universitaria. Por la oportunidad, disposición y paciencia en la elaboración de la presente investigación. Por su gran y valioso aporte académico en el rubro de las papas en el Perú.

A los agricultores que formaron parte de este trabajo, Guillermo Taipe, Luis Quispe y Lorenzo Espinoza, por compartir sus semillas de papas nativas. También, por la confianza y amabilidad brindada desde la colecta del germoplasma. Por brindarme con su sabiduría ancestral en las prácticas agrícolas.

INDICE GENERAL

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | INTRODUCCION | 1 |
| 1.1. | Objetivo general..... | 2 |
| 1.2. | Objetivos específicos..... | 2 |
| II. | REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. | Morfología de la planta de papa..... | 3 |
| 2.2. | Estados fenológicos del crecimiento y desarrollo de la papa..... | 5 |
| 2.3. | Las papas nativas del Perú..... | 7 |
| 2.4. | Caracterización de las papas cultivadas..... | 9 |
| 2.4.1. | Caracterización campesina de las papas nativas..... | 9 |
| 2.4.2. | Caracterización moderna de las papas nativas..... | 10 |
| 2.5. | Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica..... | 15 |
| III. | METODOLOGIA | 19 |
| 3.1. | Material vegetal..... | 19 |
| 3.2. | Materiales de campo y gabinete..... | 19 |
| 3.3. | Ubicación del ámbito de estudio..... | 19 |
| 3.3.1. | Características del suelo..... | 20 |
| 3.3.2. | Condiciones climáticas durante la fase de campo..... | 21 |
| 3.4. | Metodología de estudio..... | 22 |
| 3.4.1. | Colecta de muestras de papas nativas..... | 22 |
| 3.4.2. | Conducción del campo..... | 22 |
| 3.4.3. | Caracterización morfológica..... | 24 |
| 3.4.5. | Banda de códigos de los descriptores..... | 28 |
| 3.4.6. | Análisis estadístico de resultados de la caracterización morfológica..... | 29 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIONES | 31 |
| 4.1. | Análisis descriptivo de la colección de papas nativas..... | 31 |
| 4.1.1. | Caracterización de las hojas..... | 31 |
| 4.1.2. | Caracterización de los tallos..... | 33 |
| 4.1.3. | Caracterización de flor..... | 34 |
| 4.1.4. | Caracterización de los tubérculos..... | 41 |
| 4.2. | Análisis de componentes principales..... | 48 |
| 4.3. | Análisis clúster de la colección de papas nativas..... | 51 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3.1. Análisis de agrupamiento en pares | 57 |
| V. CONCLUSIONES | 61 |
| VI. RECOMENDACIONES | 62 |
| VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA | 63 |
| VIII. ANEXO..... | 68 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Catálogos de papas nativas publicados en el Perú | 14 |
| Tabla 2: Descriptores de la forma de la hoja | 24 |
| Tabla 3: Descriptores del color y forma de alas del tallo | 25 |
| Tabla 4: Descriptores del grado de floración y forma de la corola de la flor | 25 |
| Tabla 5: Descriptores del color de la flor | 26 |
| Tabla 6: Descriptores de la pigmentación en la antera, pistilo, pedicelo y cáliz de la flor . | 26 |
| Tabla 7: Descriptores del color de piel de los tubérculos | 27 |
| Tabla 8: Descriptores de la forma del tubérculo..... | 28 |
| Tabla 9: Descriptores del color de la pulpa del tubérculo | 28 |
| Tabla 10: Valores propios (eigen-value), porcentaje de variación y porcentaje acumulado de variación para 25 componentes principales | 49 |
| Tabla 11: Contribución en porcentaje (%) de los descriptores morfológicos en los cinco primeros componentes principales | 50 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Ubicación de la localidad experimental en la comunidad campesina Matipacana. | 20 |
| Figura 2: Temperatura (T°) máxima, mínima y promedio mensual desde noviembre del 2019 a mayo del 2020..... | 21 |
| Figura 3: Precipitación mensual (mm) desde noviembre del 2019 a mayo del 2020..... | 22 |
| Figura 4: Banda con códigos de los descriptores de la caracterización de hoja, tallo, flor y tubérculos. | 29 |
| Figura 5: Número y frecuencia de muestras de acuerdo a la disectividad de las hojas..... | 31 |
| Figura 6: Número y frecuencia de muestras de acuerdo al..... | 32 |
| Figura 7: Número y frecuencia de muestras de acuerdo al..... | 32 |
| Figura 8: Número y frecuencia de muestras de acuerdo al..... | 33 |
| Figura 9: Muestras de acuerdo al color del tallo. | 33 |
| Figura 10: Muestras de acuerdo a la forma de las alas del tallo..... | 34 |
| Figura 11: Muestras de acuerdo al grado de floración. | 35 |
| Figura 12: Muestras de acuerdo a la forma de corola..... | 35 |
| Figura 13: Muestras de acuerdo al color predominante de la flor. | 36 |
| Figura 14: Muestras de acuerdo a la intensidad del color predominante de la flor. | 37 |
| Figura 15: Muestras de acuerdo al color secundario de la flor..... | 37 |
| Figura 16: Muestras de acuerdo a la distribución del color secundario de la flor. | 38 |
| Figura 17: Muestras de acuerdo a la pigmentación en las anteras de la flor. | 38 |
| Figura 18: Muestras de acuerdo a la pigmentación en el pistilo de la flor. | 39 |
| Figura 19: Muestras de acuerdo a la pigmentación en el pedicelo de la flor. | 40 |
| Figura 20: Muestras de acuerdo a la pigmentación del cáliz de la flor. | 40 |
| Figura 21: Muestras de acuerdo al color predominante de la piel del tubérculo..... | 41 |
| Figura 22: Muestras a la intensidad del color predominante de la piel del tubérculo. | 42 |
| Figura 23: Muestras de acuerdo al color secundario de la piel del tubérculo. | 42 |
| Figura 24: Muestras de acuerdo a la distribución del color secundario en la piel..... | 43 |
| Figura 25: Muestras de acuerdo a la forma general del tubérculo..... | 44 |
| Figura 26: Muestras de acuerdo a la variante de forma general de los tubérculos..... | 44 |
| Figura 27: Muestras de acuerdo a la profundidad de ojos de los tubérculos..... | 45 |
| Figura 28: Muestras de acuerdo al número de ojos en los tubérculos..... | 45 |

| | |
|---|----|
| Figura 29: Muestras de acuerdo al color predominante de la pulpa del tubérculo..... | 46 |
| Figura 30: Muestras de acuerdo al color secundario de la pulpa del tubérculo..... | 47 |
| Figura 31: Muestras de acuerdo a la distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo. | 47 |
| Figura 32: Porcentaje de la varianza explicada de las 10 primeras dimensiones o componentes principales. | 49 |
| Figura 33: Contribución en porcentaje (%) de los descriptores morfológicos en las cinco primeras dimensiones o componentes principales..... | 51 |
| Figura 34: Dendograma morfológico de la colección de 68 muestras de papas nativas en base al análisis de 25 descriptores a un nivel de distancia 0.05. | 52 |
| Figura 35: Diferencias en los estados o escalas de la variable “color predominante del tubérculo” en los cuatro grupos conformados. | 55 |
| Figura 36: Diferencias en los estados o escalas de la variable “color secundario de la pulpa de los tubérculos” en los cuatro grupos conformados. | 55 |
| Figura 37: Diferencias en los estados o escalas de la variable “color predominante de la flor” en los cuatro grupos conformados. | 56 |
| Figura 38: Diferencias en los estados o escalas de la variable “forma variante del tubérculo” en los cuatro grupos conformados. | 56 |
| Figura 39: Diferencias en los estados o escalas de la variable “forma variante del tubérculo” en los cuatro grupos conformados | 57 |
| Figura 40: Primer par de muestras conformado por “piña azul blanco” y “uva azul” a un nivel de distancia de hasta 0.05 con 4 caracteres diferentes..... | 58 |
| Figura 41: Segundo par de muestras conformado por “docepapa” y “cordovino” a un nivel de distancia de hasta 0.05 con 4 caracteres diferentes..... | 60 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1: Coordenadas geográficas de la ubicación de los almacenes de las muestras de papas nativas..... | 69 |
| Anexo 2: Tabla de doble entrada para colores de flor de papa..... | 72 |
| Anexo 3: Tabla de colores para tubérculos de papa | 73 |
| Anexo 4: Matriz Básica de Datos (MBD) de 68 muestras de papas nativas utilizando 27 descriptores morfológicos | 74 |

RESUMEN

En la presente investigación se caracterizaron morfológicamente 68 muestras de papas nativas colectadas y cultivadas en la comunidad campesina Matipacana del Distrito Yauli, de la Provincia y Región Huancavelica. Se emplearon 27 descriptores morfológicos para la caracterización de hojas, tallos, flores y tubérculos según los criterios de evaluación para cada descriptor cualitativo descritos en la “Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papa nativa”. Se presentan los resultados de los análisis univariados, la prueba de similitud y los componentes principales del análisis multivariado. En los análisis univariados se registró las estadísticas descriptivas de las características morfológicas. La mayor frecuencia de hojas de las muestras analizadas presentó entre 4 a 7 pares de foliolos primarios, solamente la muestra “qeqorani” mostró 7 pares. En cuanto al color primario de las flores, se registraron con mayor frecuencia los de color violeta y morado, los cuales representaron el 38.2 y 36.8 por ciento respectivamente. Los tubérculos presentaron todas las formas generales excepto la elíptica, siendo la más frecuente la forma alargada. Las muestras con piel amarilla fueron las más numerosas (27.0 por ciento), no se registraron pieles de color rosado o marrones; el 50 por ciento no mostraron color secundario y los ojos superficiales fueron los más numerosos (39.7 por ciento). En los resultados del análisis multivariado, el dendograma elaborado a un nivel de distancia de 0.05 permitió identificar 64 muestras diferentes entre sí y dos pares de muestras con la más alta similitud, aunque entre ellos mostraron cuatro descriptores diferentes. El Análisis de Componentes Principales (ACP) mostró que el color predominante de la piel y el color secundario de la pulpa del tubérculo, el color predominante de la flor, las formas variantes del tubérculo y la pigmentación del pistilo son los mayores responsables de la variabilidad morfológica total de la colección.

Palabras claves: Papas nativas de Huancavelica, Caracterización morfológica, Dendograma, Componentes principales.

ABSTRACT

In the present investigation, 68 samples of native potatoes collected and cultivated in the Matipacana peasant community of the Yauli District, of the Huancavelica Province and Region, were characterized morphologically. 27 morphological descriptors were used for the characterization of leaves, stems, flowers and tubers according to the evaluation criteria for each qualitative descriptor described in the "Guide for basic morphological characterizations in native potato collections". The results of the univariate analyses, the similarity test and the principal components of the multivariate analysis are presented. In the univariate analysis, the descriptive statistics of the morphological characteristics were recorded. The highest frequency of leaves of the analyzed samples presented between 4 to 7 pairs of primary leaflets, only the "qeqorani" sample showed 7 pairs; In addition, only one sample with 3 pairs and one with 2 pairs of secondary and tertiary leaflets, respectively, was found. Regarding the primary color of the flowers, those of violet and purple color were more frequently registered, which represented 38.2 and 36.8 percent respectively; none of the samples presented pigmentation in the anthers. The tubers presented all the general shapes with the exception of the elliptical shape, the elongated shape being the most frequent. The samples with yellow skin were the most numerous (27.0 percent), no pink or brown skins were recorded; 50 percent did not show secondary color and superficial eyes were the most numerous (39.7 percent). In the results of the multivariate analysis, the dendrogram prepared at a distance level of 0.05 allowed the identification of 64 samples that were different from each other and two pairs of samples with the highest similarity, although between them they showed four different descriptors. The Principal Components Analysis (PCA) showed that the predominant color of the skin and the secondary color of the pulp of the tuber, the predominant color of the flower, the variant forms of the tuber and the pigmentation of the pistil are the major ones responsible for the variability. total morphology of the collection.

Keywords: Huancavelica native potatoes, Morphological characterization, Dendrogram, Principal components

I. INTRODUCCION

En los Andes del Perú existe una gran diversidad de papas nativas. Según Valladolid (2005) las variedades de papa nativa que son cultivadas en las comunidades campesinas forman parte de su tradición agrícola y son consideradas como patrimonio compartido de generación en generación. En el año 2018 el Ministerio de agricultura y riego reportó 323 mil hectáreas cosechadas a nivel nacional, de las cuales 70 mil fueron de papas nativas principalmente en Puno, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Ayacucho, Apurímac, Pasco, Junín, y Cajamarca.

La región de Huancavelica presenta una extensión de 22 131,47 Km² con diversos agroecosistemas (yunga, quechua, suni, puna y selva alta) cuya agricultura es mayormente de secano. Según el anuario estadístico de Producción Agrícola 2018, Huancavelica cosechó 22.9 mil hectáreas de papa que representó el 7% de la superficie total del cultivo a nivel nacional, ocupando el puesto número doce con 242 mil toneladas de tubérculo y un rendimiento promedio de 10 580 kg/ha. Según Palomino (2014) la papa nativa, al igual que la cebada y otros cereales, constituye un alimento básico para las comunidades campesinas de Huancavelica.

Según Egusquiza (2014) las papas nativas son un recurso valioso para la seguridad alimentaria de las diversas comunidades campesinas y su diversidad genética es de gran importancia para la alimentación de la humanidad; además indica que su contenido de materia seca que puede alcanzar un 35%, es mayor que el de las variedades modernas. Gómez & Roca (2008) mencionan que la gran mayoría de papas nativas presentan mejor contenido nutricional que las modernas, las papas de pulpa amarilla poseen mayor contenido de vitamina C; las pigmentadas de rojo poseen alto contenido de antocianinas y flavonoides. De igual forma, las diversas formas, colores, sabores, características agronómicas, así como de procesamiento ha permitido que en los últimos años se incremente el interés por las variedades de papas nativas por parte de la gastronomía y agroindustria (Huarte y Okada, 2003 citado por Gutiérrez, 2016).

Para resaltar esta riqueza biológica es necesario conocer con mayor precisión estas características y generar un adecuado inventario, necesidades que exigen trabajos de caracterización morfológica del material genético. De igual forma, es necesario incentivar planes de conservación *in situ* en las comunidades campesinas de la Región Huancavelica; en este tipo de conservación, existe una relación entre el agroecosistema, la diversidad genética y el agricultor que deben tomarse en cuenta para alcanzar impactos positivos en la conservación que los productores le dan a las especies locales. De esta manera, no solo se fomenta la diversidad genética, sino que también se promueve la importancia ecológica del conocimiento ancestral.

La investigación tiene como justificación práctica la generación de conocimiento para el aporte científico de la ingeniera agrónoma en la comunidad campesina Matipacana, Yauli, Huancavelica y a su vez a la comunidad académica, para que le sirva de antecedente sobre la información manejada acerca de la caracterización morfológica de la papa nativa. A su vez, el trabajo de investigación está justificado teóricamente ya que se fundamenta en el aporte y verificación de autores como Gómez (2000); Huamán (1986); Egúsqiza (1991); Hawkes (1990), entre otros. Por último, se tiene la justificación metodológica de la investigación el cual comprueba mediante el uso del instrumento de recolección de datos que se dará por medio de la ficha de observación basada en la justificación teórica

1.1. Objetivo general

- Contribuir con el conocimiento de las papas nativas de la Región Huancavelica para su inventario y conservación

1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar morfológicamente muestras de papas nativas (*Solanum spp.*) colectadas de agricultores conservacionistas en condiciones de la comunidad campesina Matipacana, Yauli, Huancavelica.
- Identificar los descriptores morfológicos que explican en mayor proporción la variabilidad morfológica de las muestras estudiadas.
- Identificar niveles de similitud morfológica de las muestras de papas nativas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE PAPA

La descripción botánica de las estructuras aéreas y subterráneas de la planta de papa está ampliamente documentada por diferentes autores. Por su utilidad en la diferenciación de unidades taxonómicas, se presenta el siguiente breve recuento de los principales elementos morfológicos de la planta.

La botánica sistemática es la disciplina que caracteriza, categoriza y organiza las plantas en base a un conjunto de reglas que describen sus formas y estructuras. La planta de papa es un cuerpo herbáceo, es un sistema de ejes aéreos y subterráneos, que sostienen las estructuras morfológicas que cumplen las funciones básicas del crecimiento, desarrollo y producción de tubérculos (Egúsquiza, 1991).

a. La hoja: En las papas cultivadas suelen ser compuestas, imparipinnadas; el eje central o raquis sostiene folíolos primarios, secundarios o incluso terciarios. Generalmente, cada folíolo está unido al raquis por el peciolulo, en algunos casos los folíolos son sésiles (sin peciolulo). Las hojas constan de tres a siete pares de folíolos primarios, que aumentan gradualmente de tamaño a medida que se alejan de la axila (Sánchez, 2003).

b. El tallo: El sistema de tallos de la papa está conformado por los tallos aéreos, estolones y tubérculos. Los tallos aéreos presentan alas en la decurrencia de los peciolos; suelen ser de color verde, a veces marrón rojizo o morado. Las yemas axilares de la hoja pueden convertirse en tallos laterales (Huamán E. , 1986). Los tubérculos semilla producen varios tallos aéreos mientras que las plantas de semillas sexuales originan un solo tallo (Albornoz, 1974).

c. La raíz: Se forman en los nudos de los tallos subterráneos; en primera instancia se forman en los nudos de cada brote. En comparación con el sistema radicular de otros

cultivos, las raíces de la planta de papa son más débil, por lo que se recomienda cultivar en un suelo con condiciones favorables (Huamán E. , 1986).

d. La flor: Es completa, perfecta, hermafrodita y pentámera. (Huamán E. , 1986). Las características florales son muy importantes para la identificación de especies, relativamente constantes, aunque el medio ambiente puede cambiar la duración e intensidad de floración y las características reproductivas (Egúsquiza, 2000).

e. El fruto y la semilla: El fruto o baya se forma en número variable en función de la fertilidad femenina. La semilla botánica (semillas sexuales) son óvulos fecundados y maduros cuya cantidad por baya puede variar de cero a 400 (Egúsquiza, 2000).

f. Estolones: Son tallos subterráneos de hábito diageotrópico, importantes para el transporte de carbohidratos producidos en las hojas y posterior almacenamiento en el tubérculo en forma de almidones (Egúsquiza, 2000). Por lo general, las variedades precoces tienen estolones más cortos, mientras que las variedades tardías tienen estolones más largos. Los estolones muy largos son comunes en papas silvestres (INIA, 1994).

g. Tubérculos: Son tallos fuertemente comprimidos cuya forma general puede ser comprimida, redonda, ovalada, larga, plana, en forma de riñón, fusiformes y digitadas. La piel o peridermo de los tubérculos en algunas variedades presentan manchas o colores secundarios en la piel que pueden distribuirse en los ojos, cejas, alrededor de los ojos, en áreas irregulares o como anteojos (Egúsquiza, 2000). Los tubérculos presentan dos extremos: el basal que está ligado con el estolón y el apical o distal que es el extremo opuesto. Cada ojo contiene varias yemas, estas se encuentran en un estado de reposo cuando el tubérculo ha madurado, después de un periodo, dependiendo de la variedad, las yemas del ojo apical son las primeras en salir del reposo. Luego, las yemas de los ojos se desarrollan y se convierten en brotes (Hinojosa *et al.*, 2009).

En un corte longitudinal del tubérculo de papa se puede observar, desde el exterior al interior, el peridermo, la corteza, el sistema vascular, el parénquima de reserva y la medula. La piel o peridermo es una capa protectora del tubérculo. La corteza está debajo de la piel, es una capa delgada que contiene principalmente proteínas y almidones. El sistema vascular conecta los brotes entre sí. El parénquima de reserva es el tejido principal de almacenamiento

y ocupa la mayor parte del tubérculo. La medula es la parte central interna del tubérculo (Hinostroza *et al.*, 2009).

2.2. ESTADOS FENOLÓGICOS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PAPA

El crecimiento fenológico de la papa comienza con la brotación de los tubérculos semilla y finaliza en el período de madurez, momento oportuno para la cosecha. El periodo vegetativo del cultivo de papa puede durar de 3 a 7 meses, dependiendo de la variedad, las condiciones del clima y de la disponibilidad de agua (Huamán E. , 1986).

Según Rowe, 1993 citado por Rodríguez *et. al.* (2010), la planta de papa presenta cinco estados fenológicos:

a. Crecimiento de brotes: Los tubérculos recién cosechados y seleccionados como semilla presentan dormancia durante un determinado periodo de tiempo, durante el cual no hay brotación debido a razones endógenas y exógenas. Luego de un periodo, dependiente de la variedad y de las condiciones de almacenamiento, se inicia la brotación que es la condición apropiada para su siembra. Los brotes emergen sobre la superficie del suelo, las condiciones favorables de humedad favorecen la emergencia de brotes y la formación de raíces en la base de los brotes. Las sustancias de reserva de los tubérculos son la fuente de energía para el crecimiento y desarrollo inicial.

b. Crecimiento vegetativo: Es el periodo en el que crecen y diferencian los órganos aéreos (hojas y tallos) y subterráneos (raíces y estolones). Al inicio de este estado, los tubérculos-semillas aun brindan energía para la formación de los órganos. Durante este periodo se producen los procesos de formación de carbohidratos (fijación de carbono) cuya partición sostiene el futuro crecimiento y desarrollo de la planta. Al finalizar este estado, se inicia la formación de los tubérculos.

c. Crecimiento del tubérculo: En este estado los tubérculos son formados a partir del extremo sub apical de los estolones. Durante el proceso de formación de los tubérculos intervienen estímulos externos como el fotoperiodo, la temperatura, disponibilidad de agua, los nutrientes y factores internos como las hormonas vegetales. Por lo general, esta etapa

coincide con la floración, la cual, inicia con el proceso de la inducción floral y finaliza con la senectud y caída de las flores.

d. Llenado del tubérculo: Durante esta etapa ocurre la translocación de productos desde la parte aérea de la planta hacia los tubérculos. las células que conforman el tubérculo empiezan a expandirse con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos.

e. Maduración: Posteriormente al llenado del tubérculo, el proceso fotosintético decrece, el follaje cambia a un color amarillo y las hojas empiezan a caerse. Así mismo, la tasa de crecimiento de los tubérculos se hace más lenta, su contenido de materia seca alcanza su máximo valor y la piel del tubérculo aumenta de espesor.

Por otro lado, en base a estudios de los ritmos de crecimiento, tuberización y desarrollo y de la planta de papa en condiciones de costa y sierra del Perú, Egúsquiza (2014), establece cinco fases fenológicas: Pre emergencia, crecimiento inicial, crecimiento lineal, pleno crecimiento y maduración

- a. Pre emergencia:** Es la etapa del crecimiento subterráneo de brotes y raíces.
- b. Crecimiento inicial:** Es la etapa de emergencia de brotes, diferenciación de tallos y hojas aéreas a un ritmo inicialmente lento.
- c. Crecimiento lineal:** En esta etapa el crecimiento aéreo es de mayor rapidez, tanto en sentido vertical como en expansión lateral y finaliza cuando el follaje ha alcanzado el máximo porte propio de cada variedad y de las condiciones ambientales. Al mismo tiempo, alrededor del inicio de esta etapa ocurre la inducción de tubérculos y se define el número de tubérculos por tallo y por planta.
- d. Pleno crecimiento:** Es la etapa en el que la planta alcanza la máxima cobertura del suelo y, al mismo tiempo, ocurre la máxima translocación de fotosintatos y “llenado” de tubérculos.
- e. Madurez:** Es la última etapa del periodo de cultivo. El ritmo de tuberización decrece, el follaje se hace amarillento, las hojas absicionan y el peridermo o piel de los

tubérculos endurecen sus paredes celulares e incrementan su contenido de suber en los espacios intercelulares.

2.3. LAS PAPAS NATIVAS DEL PERÚ

“Papas nativas” es la denominación genérica que, según Egúsqiza (2014), hace referencia a numerosas variedades originadas por selección con criterios campesinos desde los inicios de su domesticación. Según Spooner et al. (2005) los primeros indicios del cultivo de papa fueron evidenciados alrededor del lago Titicaca hace aproximadamente 8 000 años. El mismo autor indica que la domesticación de la papa se realizó a partir del grupo silvestre *Brevicaule*, al norte del lago Titicaca. Además, corroboro que probablemente, la especie *Solanum bukasovii*, perteneciente al grupo de la *Solanum brevicaule*, dio lugar a la primera papa cultivada (*Solanum stenotomum*). Gómez & Roca (2008) indica que a lo largo del tiempo ocurrieron procesos de mutación, hibridación y selección, acompañados por procesos de migración y adaptación a nuevas latitudes geográficas donde la papa se adaptó a climas diferentes a su lugar de origen todos los cuales permitieron la diferenciación del gran número de variedades. Tapia y De la Torre (1992) indicaron que las mujeres cumplen un rol muy importante en la selección de semilla y que probablemente fueron ellas quienes domesticaron la papa mientras que los hombres se dedicaban a la pesca y caza.

La sierra del Perú es un reservorio importante de genes y una fuente importante para el estudio de los problemas de origen y la evolución de las especies de papa. Esto es aun de mayor importancia si se considera como centro de origen de la subespecie *andigena* (Ochoa citado por Cruz, 2001). Las variedades o cultivares de papas nativas pertenecen a una serie poliploide de ocho especies cultivadas que Mendoza y Mosquera (2001) resumen en cuatro niveles de ploidía: Diploides ($2n = 2x = 24$) conformado por *S. stenotomum*, *S. phureja*, *S. goniocalyx* y *S. ajanhuiri*; Triploides ($2n = 3x = 36$) corresponden a las especies hibridógenas *S. juzepczukii* y *S. chaucha*; Tetraploides ($2n=4x=48$) conformado por *S. tuberosum* L.: subsp. *andigena* y subsp. *tuberosum*. En la primera se incluyen todas las papas andinas o nativas sembradas a lo largo de los Andes y la segunda sub especie está constituida por las papas adaptadas a días largos, que crecen en las tierras bajas del centro y sur de Chile (Rodríguez, 2009); al grupo Pentaploide ($2n=5x=60$) pertenece la especie *S. curtilobum*.

En la actualidad, aun cuando las especies cultivadas de papa muestran aspectos distintivos, la organización taxonómica es aún motivo de discusión debido a la habilidad de hibridar cuando están en contacto, lo que resulta en una alta variabilidad y dificulta la determinación de los límites de las especies (Durand, 2012).

Las zonas de mayor variabilidad y diversidad de papas nativas del Perú se encuentran en las regiones de Puno, Cusco, Huancavelica, Apurímac, Huánuco, Ancash, Junín y Cajamarca; se cultivan desde los 3 000 msnm hasta los 4 299 msnm (Misarayme, 2018). Existen dos sistemas o grupos de siembra, por un lado, se encuentra el grupo de papas nativas sembrado con fines comerciales es el caso de "amarilla tumbay", "huayro", "camotillo", "Huamantanga" y "Peruanita". Por otro lado, se encuentran el otro grupo más extenso y diverso sembrado por los campesinos en forma de mezcla (10 a 100 variedades), denominada "chagro" o "huachuy" con la finalidad de asegurar la producción y contrarrestar factores adversos bióticos y abióticos (Durand, 2012).

De Haan (2006), menciona que, aunque en Huancavelica, ubicado en el centro sur de los andes peruanos, no existe evidencias antiguas que se refieran al cultivo de la papa, algunos hallazgos encontrados revelan la presencia muy temprana en la sierra central del Perú. Desde entonces, los agricultores huancavelicanos han sabido mantener una impresionante diversidad de papas nativas. En la región se encuentran 7 de las 8 especies cultivadas, con excepción de la especie diploide *S. ajanhuiri*, pero, la mayor diversidad de papas nativas huancavelicanas se encuentra en las especies *S. tuberosum* subsp. *andigena* como son los casos de las variedades: Duraznillo, Quiska matanka, Muru Gaspar y Payapa Ankun; también en *S. goniocalyx*: Runtus, Puca Ñawi Pasña, Clavelina, Alqa Ritipan Sisa y Peruanita; y en *S. chaucha*: Allqa Walas, Yana Wayru, Muru Wayry, Puka Murunki y Kuchipa Qallun. Estudios preliminares estiman que Huancavelica cuenta con 500 a 600 variedades de papas nativas.

2.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS PAPAS CULTIVADAS

Con el conocimiento más detallado de los centros de origen de diversas especies cultivadas, la FAO desde 1960, inició la tarea de concientizar a las instituciones sobre la importancia de preservar los recursos genéticos para garantizar la seguridad alimentaria y salvaguardar la variabilidad de aquellas especies que se encuentran en peligro de erosión genética en los centros de origen y de diversidad. De esta forma, se establecieron bancos de germoplasma en los centros internacionales de investigación agrícola (Franco e Hidalgo, 2003).

Según Morera (1995) los bancos de germoplasma asumen cuatro compromisos durante su vigencia. Inicialmente se concentra en la exploración y colección de germoplasma; en la segunda etapa se concentra en mejorar las técnicas de multiplicación y almacenamiento de semillas tanto ortodoxas como las semillas recalcitrantes; en la tercera, las actividades se enfocan en la caracterización, evaluación y documentación. Por último, en la cuarta etapa busca mejorar la distribución y la utilización del material genético.

La identificación de cada una de las unidades que se encuentran en un banco de germoplasma a través de su caracterización es indispensable para su conservación. Según Franco e Hidalgo (2003) la caracterización presenta objetivos importantes, entre ellas: (1) Medir la variabilidad genética empleando métodos o diversos niveles de caracterización, utilizando en todas ellas descriptores previamente establecidos; (2) establecer la representatividad de la colección y su relación con la variabilidad de la especie en una localidad; (3) investigar la estructura genética; (4) identificar los porcentajes de duplicidad de accesiones que pueden existir en una misma colección; y (5) identificar genes poco comunes que pueden ser de carácter individual o en combinaciones únicas, las cuales puedan ser aprovechados para nuevas investigaciones.

2.4.1. Caracterización campesina de las papas nativas

Según Raime & Checya (s.f) los conservadores campesinos reconocen diferentes características de cada una de las variedades de papa, tanto en planta, flores como en sus tubérculos y, al mismo tiempo, están en constante evaluación sobre su comportamiento en las condiciones de diferentes agroecosistemas. Dichas características de los cultivares de papa nativa están muy influenciados por el efecto de la localidad como las condiciones

climáticas predominantes, tipos de suelos, el comportamiento frente a los factores bióticos, diferentes formas de uso, la cultura vivenciada en la crianza, entre otras. Las mejores conocedoras sobre las características de las variedades de papa nativa son la familia, en la que se debe destacar el conocimiento de las mujeres, las que llevan un mejor registro en sus memorias, sobre las formas, colores, gustos y sabores.

De Haan (2006) menciona que los agricultores huancavelicanos emplean su propio sistema taxonómico, basados en el uso de descriptores morfológicos locales y en la nomenclatura quechua. De esta manera, reconocen grupos de variedades que se distinguen principalmente por la forma del tubérculo, algunos de estos grupos de variedades son: grupo Pasña, grupo Suytu, Grupo Imilla, grupo Wayru, grupo Shiri, entre otros. A su vez, diferencian variedades específicas en cada uno de estos grupos, en su mayoría por combinaciones de colores primarios y secundarios de los tubérculos. Por ejemplo, el grupo Pasña se caracteriza por presentar tubérculos comprimidos con ojos semi profundos, dentro de este grupo, los agricultores distinguen a Puka Ñawi Pasña, Puka Chiqchi Pasña, Yuraq Pasña, etc. También, este sistema se basa en diferencias indirectas o metafóricas, en un simbolismo que hace referencia a personas; animales (kuchipa qallun = lengua de chanco), (yutupa runtun = huevo de perdiz); a supuestos lugares de procedencia (yana tarmeña = Negra de Tarma); y a características particulares (yuraq llumchuy waqachi = Papa blanca que hace llorar a la nuera).

2.4.2. Caracterización moderna de las papas nativas

Según Raime & Checya (s.f) los descriptores de la papa, que son utilizados por los campesinos son la base para el empleo de los descriptores empleados en la caracterización convencional de las variedades de papa. Roldán & Medina (2016) menciona que en el año 2006 se reunieron especialistas en conservación e investigación de recursos genéticos de la papa nativa del Perú en el INIA, para discutir y definir una lista de descriptores para caracterizar el cultivo de papa con la finalidad de desarrollar un registro nacional de variedades de papas nativas. Es así que, según Roldán *et al.* (2019) mediante la Resolución Ministerial N°0533-2008-AG se creó el Registro Nacional de Papas Nativas del Perú y mediante la Resolución Jefatural N°00247 – 2011 – INIA se publica y aprueba en el año 2011 los Descriptores Mínimos de Papa (*Solanum sp.*) para el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana, en primera edición en el 2009 y en segunda edición en el 2016.

Figuroa (2006) indica que la variabilidad genética está dada por la cantidad de alelos dentro de los genes y por el arreglo de los genes dentro del genoma. Franco e Hidalgo (2003) menciona que la caracterización de una especie estima la variabilidad genética existente dentro de la población de individuos que la conforman. Según los autores, la expresión de dicha variabilidad puede referirse de dos maneras: (1) caracterización de la variabilidad que se expresa en características visibles y que conforman el fenotipo y (2) caracterización de la variabilidad que no se expresa en características visibles y que corresponden a procesos internos de la planta.

En el primer grupo se encuentran las características botánicas, taxonómicas, agronómicas, las cuales son de mayor empleo en los bancos de germoplasma y las evaluativas como respuesta a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (estrés hídrico, temperatura, disponibilidad de nutrientes, entre otros). Estas características pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo y su identificación resulta importante en la clasificación taxonómica, manejo agronómico, mejoramiento genético, mercadeo y en la alimentación. Algunas de las características son: forma de hojas, color de tallo, tamaño de fruto, rendimiento, entre otros.

La caracterización en el segundo grupo requiere de técnicas especiales para la identificación de las características. En la actualidad se concentra en el empleo de marcadores moleculares. Según Hartl y Jones (2009) un marcador molecular es el segmento de ADN diferenciado cuyo patrón se transmite de generación en generación. Selkoe y Toonen (2006) mencionan que un marcador debe ser selectivo y neutral, no debe ser influenciado por el medio ambiente, siendo esta característica una de las principales ventajas. Según Spooner et al. (2005) se definen dos categorías básicas de marcadores moleculares, los basados en la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y los que no están basados en esta técnica.

Morera (1995) menciona que los bancos de germoplasma han empleado con mayor frecuencia la caracterización morfológica. De acuerdo a Franco e Hidalgo (2003), la caracterización morfológica hace referencia a las características responsables de la morfología y la arquitectura de la planta. Según Morera (1995) Se han organizado diversos encuentros internacionales con la participación de importantes mejoradores y expertos para establecer descriptores y sus estados más relevantes que permitan medir la variabilidad morfológica de germoplasma. Gómez (2000), menciona que no todas las características pueden describir las plantas, se debe elegir caracteres conocidos como descriptores que

permitan describir de forma consistente a las plantas. Para que una característica morfológica se considere como descriptor, es deseable que su expresión no sea afectada por factores medio ambientales, si fuesen así, estas variantes deben ser mínimas. Además, Hernández (2013) afirma que no todas las características cualitativas se expresan con la misma intensidad, a esta diferencia en la expresión del carácter se le llama “estado del descriptor” y se registra mediante escalas de valor.

Según Franco e Hidalgo (2003) para especies vegetales cultivadas, son de gran utilidad la caracterización morfo-agronómica, ya que proporciona una idea clara sobre la variabilidad de interés para los investigadores agrícola y colecciones de germoplasma. Sin embargo, la caracterización molecular ha empezado a tener importancia en los estudios de los bancos de germoplasma. Actualmente la tendencia consiste en integrar globalmente los resultados de las diversas formas de caracterización. Esta integración debería incluir información sobre el origen geográfico, la caracterización morfológica, evaluación de reacción a factores bióticos y abióticos y la caracterización con marcadores químicos y marcadores moleculares (proteínas, enzimas, ADN).

Además de los trabajos de caracterización del Banco de germoplasma mundial que mantiene el Centro Internacional de la Papa, en diferentes regiones del Perú se ha realizado trabajos de caracterización de papas nativas como son los que se presentan desde aquellos trabajados en el periodo de los años 2015 – 2019. En el Cusco, Bravo (2015) caracterizó tubérculos de 198 entradas en el Distrito de San Jerónimo. Reportó que un 49.44% presentó un color de piel predominante negruzca y 15.73% morado, ausencia de color secundario en el 57.30% y el 17.98% con manchas dispersas; en lo referente al color de pulpa encontró que el color predominante fue 47.19 % crema y 24.72% blanco, sin color secundario en el 37.64 % y 24.26% con pigmentación morada; la forma general de los tubérculos fue 46.63% comprimido y 21.35% oblongo y 17.98 % fueron tuberosados.

Con muestras de papas nativas colectadas en las localidades Comas, Paltarumi, Pazos y Ulcumayo (Región Junín), Torres (2015) reportó que el color predominante (42.85 %) de la piel de los tubérculos fue marrón, el 8.57% fueron rojos, el 25.71% rojo-morados, el 2.85% morados y el 20% fueron negruzcos. En cuanto a la forma de los tubérculos, el 14.28% de las variedades presentaron forma comprimida, el 5.71% redonda, 2.85% de tubérculos ovalados, el 2.85% elípticos, el 11.42% oblongos, el 51.42% oblongo alargados y el 5.71% presentaron la forma general de tubérculos alargados.

En el Instituto Regional de Desarrollo de Sierra (IRD), de la Universidad Nacional Agraria la Molina (3300 msnm), Carlos (2016) caracterizó 611 muestras de papas nativas cultivadas en la región Pasco y determinó índices biométricos de hojas y flores. Utilizando 14 descriptores morfológicos para caracterizar las hojas y flores logró identificar 241 tipos morfológicos diferentes. Indica que el 51% presentó foliolos primarios con cinco pares y solo un 2.9% con siete pares; 64.7% presentó foliolos secundarios con dos pares y 14.5% presentó tres pares; 61% presentó un par de foliolos terciarios y solo el 2.9% tuvo dos pares. Además, el análisis de componentes principales permitió identificar que las características pares de foliolos primarios, pares de foliolos terciarios, color de cáliz, color de pedicelos, forma de corola, y pigmentación de anteras son los que aportan más a la variabilidad del germoplasma estudiado.

Aparco (2017) colectó y caracterizó 24 entradas en la micro cuenca del río Chiris – Castrovirreyna, distrito y provincia de Castrovirreyna – Huancavelica, ubicado entre los 3400 y 4200 msnm. Identificó 4 diploides, 4 triploides y 6 tetraploides. Además, la descripción morfológica de 23 caracteres cualitativos permitió determinar 5 grupos con más de una muestra y 12 muestras individuales mejor diferenciados al 0.50 de coeficiente de similitud.

Silvera (2018) caracterizó tubérculos de 240 cultivares colectados en once comunidades campesinas de la provincia de Andahuaylas, Apurímac. Encontró que el color principal de piel en mayor proporción fueron los rojos, rojo-morados, morado y negruzcos (73 por ciento); 104 cultivares de la colección (43,3 por ciento), no mostraron color secundario; con respecto a la forma general, el 72,5 por ciento presentaron tubérculos oblongos, oblongo-alargados y alargados, 18.3 por ciento comprimidos, mientras que redondos, obovados y elípticos se mostraron en menores cantidades (9,2 por ciento). En el análisis multivariado encontró un 0.4 por ciento de duplicados a un coeficiente de distancia de cero identificándose 139 morfotipos; a un coeficiente de distancia de 0,5 se identificó 59 grupos y a un coeficiente de distancia de 1.6 mostraron se identificó dos grandes grupos de cultivares de papas nativas. Así mismo, el análisis de componentes principales mostró que las variables más discriminantes fueron la distribución del color secundario de la pulpa, el color secundario de la pulpa del tubérculo y el color principal y secundario de la piel del tubérculo.

Misarayme (2018) evaluó el rendimiento de diez variedades de papas nativas en Vinchos – Ayacucho (4300 msnm). Las variedades de mayor rendimiento fueron Puqya con 27.20 t/ha, peruanita con 25.96 t/ha, sisi con 25.82 t/ha y Llunchuy waqachi con 25,48 t/ha.

En Chanquil, Distrito de Rosario Provincia de Acobamba – Huancavelica, Quispe (2018), caracterizó 30 papas nativas. En el análisis del dendograma encontró 2 colectas duplicadas, 16 morfotipos y 12 colectas con un coeficiente de variación que estuvo en el rango de 0.22% a 0.43%; el análisis de componentes principales determinó que los descriptores de pares de foliolos primarios, pares de foliolos secundarios, color de flor, forma de corola, pigmentación de anteras, forma de baya, forma de tubérculo y el color de pulpa de tubérculo, contribuyen más en la variabilidad.

Siendo de utilidad la difusión de resultados de caracterización de las papas nativas del Perú, se dispone catálogos en los que sus autores presentan sus resultados (Tabla 1)

Tabla 1: Catálogos de papas nativas publicados en el Perú

| Autor(es) | Título | N° Muestra | Región |
|---|---|-----------------------|------------------------------|
| Franco, E. (1994) | “Catálogo de semilla básica de papa en el Perú” | 32 | Varios |
| De Haan, E. (2006) | “Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica - Perú” | 144 | Huancavelica |
| Hanco et, al. (2008) | “Pampacorral: catálogo de sus papas nativas” | 109 | Cusco |
| Gómez, R. & Roca, W. (2008) | “Papas Nativas del Perú Catálogo de variedades y usos gastronómicos” | 52 | Varios |
| Gutiérrez, R. & Valencia, C. (2010) | “Las papas nativas de Canchis” | 86 | Canchis, Cusco |
| Fonseca et, al. (2014) | “Catálogo de variedades de papa nativa con potencial para la seguridad alimentaria y nutricional” | 24 | Apurímac y Huancavelica |
| CIP (2016) | “Catálogo de variedades de papa nativa de Chugay, La Libertad – Perú” | 129 | La Libertad |
| Egúsqiiza, B. R. (2015) | “Catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco” | 296 | Huánuco |
| Egúsqiiza, R., Amézquita, W. & Alcalde, S. (2018) | “Papas cultivadas en Chicla y San mateo, Huarochirí – Lima” | 137 | Lima |
| Roldán, A., Palomino, L., Salas, A. (2019) | “Catálogo de variedades de papa nativa de las regiones de Apurímac, Cusco y Puno – Perú” | 200 | Apurímac, Cusco y Puno |

2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS DE CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

a. **Organización de datos:** A partir de la información de caracterización recolectada, se elabora organiza los datos a través de una matriz básica de datos (MBD), la cual consiste en un arreglo cuadrangular dispuestos en filas y columnas. La cantidad de filas corresponde al número de accesiones o muestras existentes y la cantidad de columnas corresponde al número de variables respuestas (Pla, 1986 citado por Hernández, 2013).

b. **Análisis univariado y multivariado:** Para la caracterización de accesiones o muestras de germoplasma, la organización de datos es el punto de partida para aplicar las diversas herramientas estadísticas. Los indicadores estadísticos simples permiten estimar y describir el comportamiento de las accesiones en relación con cada carácter; los más comunes son el promedio y la desviación estándar los cuales proporcionan una idea general de la variabilidad del germoplasma y permiten detectar datos no esperados o errores de medición (Hernández, 2013). Sin embargo, en estudios con gran número de variables, resulta de gran utilidad emplear métodos de análisis multivariados.

Hair *et al.* (1992), define al análisis multivariado como un conjunto de métodos que analizan gran cantidad de mediciones sobre cada individuo. La principal ventaja en comparación al análisis univariado es que permite la descripción de las accesiones tomando en cuenta varias características simultáneamente (más de dos variables), sin obviar la relación existente entre ellas.

Bramardi (2002), precisa que, para el análisis multivariado en una caracterización de recursos genéticos vegetales, los datos se cuantifican y clasifican respecto a un conjunto de variables, que pueden ser cuantitativos, cualitativos o ambos. Además, clasifica los métodos multivariados en dos grupos: El primero se denomina método de ordenación, en la cual incluye el análisis de componentes principales, análisis factorial, análisis canónico de poblaciones, entre otros; el segundo se denomina método de clasificación, el que permite la búsqueda de grupos homogéneos, en este se incluye el análisis clúster o de conglomerados. Según Franco e Hidalgo (2003), los métodos más utilizados para el análisis de datos de caracterización de una colección de germoplasma son el análisis clúster (AC) y el análisis de componentes principales (ACP).

- **Análisis clúster (AC) o conglomerados:** Según López e Hidalgo (1994), el análisis clúster es un método multivariado utilizado para la clasificación de accesiones o un conjunto de individuos en grupos homogéneos, a los que se conoce como clústeres. La formación de cada grupo puede obedecer a leyes naturales o a un conjunto de características comunes entre los individuos. Este método se puede aplicar en una matriz básica de datos. El objetivo es que los individuos dentro de cada grupo formado estén relacionados entre sí, y no estén relacionados con los individuos de otros grupos. Cuando el grado de homogeneidad es mayor en cada grupo y mayor sea la diferencia entre los grupos, mejor será la clasificación (Kumar *et al*, 2006).

Para una correcta clasificación, se requiere determinar medidas numéricas de similitud o disimilitud entre individuos o variables. Para ello, existen índices de similaridad y de disimilaridad, cada uno con utilidades y propiedades propias, siendo los más conocidos los índices basados en la distancia y correlación. El índice basado en la distancia considera a los individuos como vectores en el espacio de las variables, en este sentido, mientras el valor de la distancia es más pequeño (cerca de cero) entre dos individuos, menor será la disimilaridad o diferencias entre estos. Con respecto al índice basado en la correlación, entre más cercano a la unidad se encuentre el valor absoluto del coeficiente de correlación, mayor será la similitud entre observaciones (Uriel y Aldás, 2005).

De La Fuente (2011) recomienda que, cuando se realiza un análisis clúster o conglomerados de individuos, la determinación de medida debe ser expresada en términos de distancias, mientras que el análisis clúster por variables debe ser determinada por lo general en medidas del tipo coeficiente de correlación.

Existe diversas distancias de disimilaridad y no se puede disponer de una regla general que nos permita definir una disimilaridad para todo tipo de análisis. Muñoz (2019) menciona que para datos numéricos se utiliza las distancias Euclídeana y Manhattan, para datos categóricos se utiliza diversos coeficientes entre ellos el coeficiente de coincidencia simple y para datos mixtos (numéricos y categóricos) es común utilizar la distancia Gower, la cual, propone una distancia basada en la formación de árboles de jerarquía preservando la relación semántica de las categorías. Luego de la determinación de la medida de distancia o similaridad, se procede a formar los grupos homogéneos. Pedret *et al*. (2003) distingue dos grandes

categorías de métodos de agrupamiento para el análisis clúster: métodos jerárquicos y métodos no jerárquicos.

Según Gallardo (s.f) citado por Dongo (2017), los métodos jerárquicos se subdividen a su vez en aglomerativos y disociativos. Los aglomerativos parten de la existencia inicial de un conglomerado para cada individuo, a partir de ahí se van formando grupos de forma ascendente en función de la medida de distancia o similitud hasta formar un único conglomerado, mientras que, los disociativos realizan el proceso inverso a lo explicado. Dentro del método aglomerativo hay diversos algoritmos o criterios de clasificación para formar los conglomerados, siendo el más común el algoritmo de Ward (1963) el cual ha sido utilizado ampliamente. De La Fuente (2011) mencionan que un estudio llevado a cabo por Kuiper y Fisher en 1975 probó que suele ser un método más discriminativo en la determinación de los niveles de agrupación a comparación de otros métodos.

Según López e Hidalgo (1994), en el agrupamiento jerárquico, los conglomerados resultantes se presentan en forma de diagrama de árbol, comúnmente llamado dendograma. De acuerdo a los objetos similares están conectados mediante enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel o grado de similitud o disimilitud entre los individuos (Flores, 2017)

Para identificar y determinar el número de clústeres formados, se debe realizar un corte en el diagrama del árbol. De acuerdo Núñez y Escobedo (2011) la selección del punto de corte debe estar en función de los objetivos de la investigación y criterios del investigador.

- **Análisis de componente principales (ACP):** Esta técnica convierte un conjunto de variables interrelacionadas, también denominadas variables originales, en un nuevo conjunto de variables independientes o no relacionadas que representen lo mejor posible a la variabilidad presente en los datos. Supóngase que existe un estudio con n individuos, cada uno con p variables (X_1, X_2, \dots, X_p), es decir, el espacio muestral tiene p dimensiones. El ACP permite hallar un número de factores subyacentes ($z < p$) que explican aproximadamente lo mismo que las p variables originales. Donde antes se necesitaban p valores para caracterizar a cada individuo, ahora es suficiente con z valores, las cuales reciben el nombre de componentes principales (Amat, 2017).

Los componentes principales son combinaciones lineales de las variables originales y contienen información en diferentes proporciones de todas estas variables. La información

es representada en términos de varianza, la cual expresa una cantidad de información incorporada en un componente. Cuanto mayor es la varianza, mayor es la información de la variabilidad de datos que lleva incorporada un componente (Uriel & Aldás, 2005). Cada componente debe ser analizado de forma independiente, debido a que, contienen una parte o cantidad de la varianza que no está expresada en otro componente principal (Franco e Hidalgo, 2003). Estos últimos autores consideran que el ACP es un análisis multivariante muy útil para el análisis de datos de caracterización de germoplasma, permite conocer la relación existente entre las variables y la semejanza entre las accesiones. También, permite la selección de variables más discriminatorias para reducir y enfocar el número de mediciones en caracterizaciones subsiguientes.

III. METODOLOGIA

3.1. MATERIAL VEGETAL

En el presente trabajo de investigación se caracterizaron 68 muestras de papas nativas colectadas en la Comunidad Campesina Matipacana, distrito Yauli, Provincia Huancavelica, Región Huancavelica (Anexo 1).

3.2. Materiales de campo y gabinete

- Lista de descriptores pertenecientes a la “Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papa nativa”
- Tabla de colores para caracterización de flores
- Tabla de colores para caracterización de tubérculos
- Libreta de campo
- Lápiz 2B
- GPS Garmin Etrex 30
- Cámara fotográfica digital
- Etiquetas plastificadas
- Bolsas de malla plásticas
- Baldes de plástico
- Cuter o cuchillo

3.3. Ubicación del ámbito de estudio

El presente estudio, se realizó en una parcela de la comunidad campesina Matipacana, Distrito Yauli, Provincia Huancavelica, Región Huancavelica. ubicado en las coordenadas geográficas 12°47'35" Latitud Sur y 74°51'34" Longitud oeste, a una altitud de 3, 738 m.s.n.m. Esta parcela tuvo una dimensión de 500 m² y se encuentra ubicado a 17 km de la plaza de armas de la ciudad capital de la Región Huancavelica (Figura 1).



Figura 1: Ubicación de la localidad experimental en la comunidad campesina Matipacana.

Fuente: Google Maps

3.3.1. Características del suelo

Según el análisis de caracterización de suelo que se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM (Tabla 2), el suelo presentó las siguientes características: textura Franco Arcillo Arenosa, fuertemente ácido, muy ligeramente salino, con alto contenido de materia orgánica, bajo contenido de fósforo y contenido medio de potasio.

Tabla 2: Resultados del análisis de suelo de la parcela experimental

| pH (1:1) | C.E (1:1) dS/m | CaCO ₃ (%) | M.O (%) | P (ppm) | K (ppm) | Clase Textural | | |
|----------------------------|------------------|-----------------------|----------------|-----------------|------------------------------------|------------------|---------------|-----------------|
| 5.06 | 0.08 | 0.00 | 6.33 | 4.3 | 162 | Fr.Ar.A | | |
| Cationes Cambiables | | | | | | | | |
| CIC | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Al ³⁺ H ⁺ | Suma de Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
| 23.52 | 4.99 | 0.63 | 0.45 | 0.33 | 0.75 | 7.16 | 0.41 | 27 |

3.3.2. Condiciones climáticas durante la fase de campo

a. Temperatura (T°)

En la Figura 2 se presenta las curvas de variación de la temperatura; se aprecia que, durante los primeros dos meses de la fase de campo, la temperatura media fue de alrededor de 10 °C, las mínimas entre 1 y 3 °C y las máximas algo mayores de 25 °C. De igual manera, en los dos últimos meses de periodo vegetativo (abril y mayo), correspondientes a las etapas de traslocación y maduración del tubérculo, se registraron temperaturas por debajo de 0°C (entre -3.1°C y -5.9°C respectivamente).

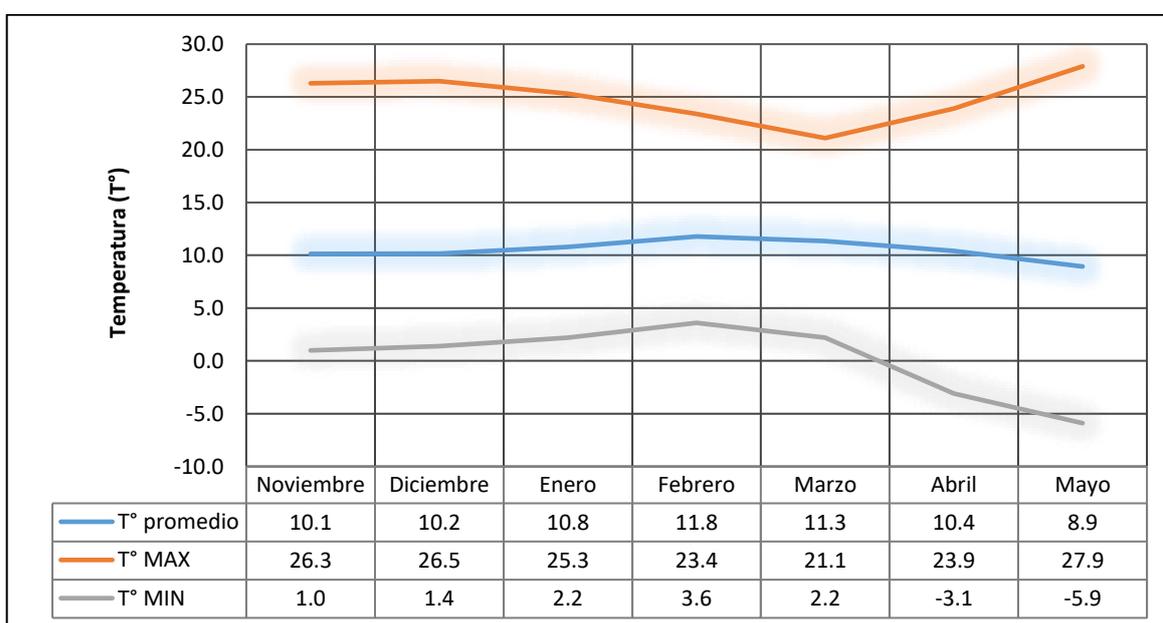


Figura 2: Temperatura (T°) máxima, mínima y promedio mensual desde noviembre del 2019 a mayo del 2020.

Fuente: Base de datos del SENAMHI

b. Precipitación pluvial (mm)

La precipitación en el mes de noviembre fue baja, pero suficiente para la emergencia de las plantas de papa. Durante los meses de diciembre a marzo se registraron los más altos índices de precipitaciones, pero, en el mes de enero ocurrió un ligero descenso. Durante toda la fase de campo (siembra a cosecha) se registró un total de 640.30 mm.

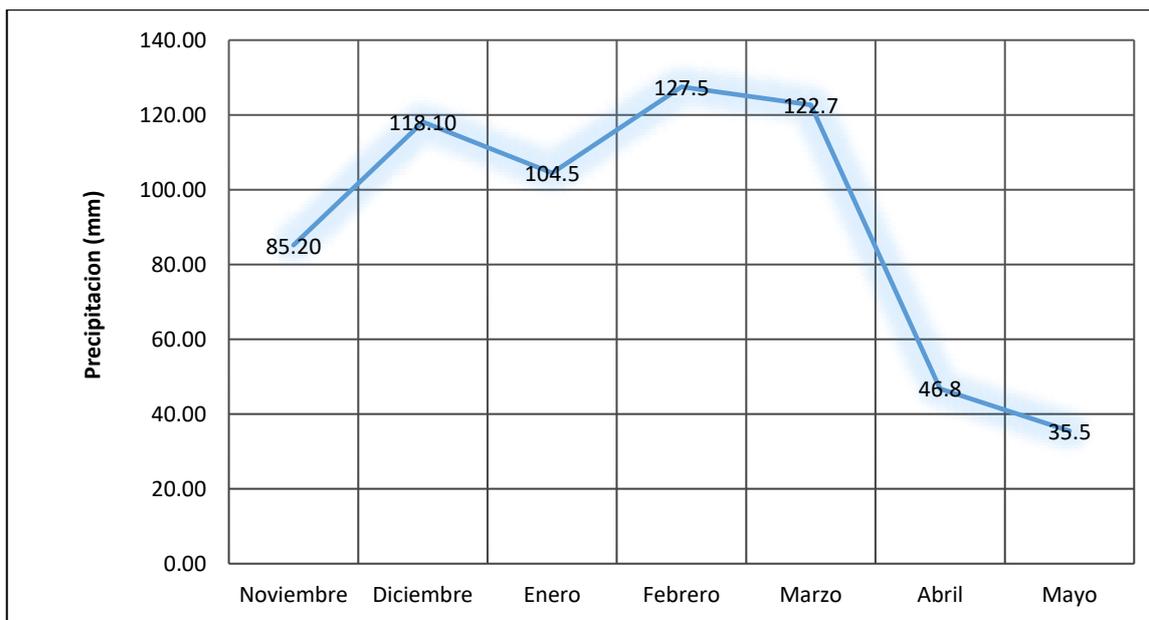


Figura 3: Precipitación mensual (mm) desde noviembre del 2019 a mayo del 2020.

Fuente: Base de datos del SENAMHI

3.4. Metodología de estudio

3.4.1. Colecta de muestras de papas nativas

En la comunidad campesina de Matipacana, se encuentra productores reconocidos localmente como “guardianes de las papas”. Estos productores conservan de forma tradicional numerosas papas nativas, heredadas en su mayoría desde sus ancestros. En setiembre del 2019, se identificó tres productores colaboradores quienes proporcionaron las muestras para desarrollar el presente trabajo de investigación. En octubre del 2019, se colectó y rotularon las muestras de papas nativas, de tamaño uniforme (40 a 50 gramos) identificados con nombres locales que se muestran en el Anexo 1. De manera simultánea, se registró las coordenadas geográficas de los almacenes de papas de cada productor y se trasladaron al almacén del productor colaborador y propietario de la parcela de estudio.

3.4.2. Conducción del campo

a. Preparación de terreno: La preparación de terreno de la parcela de estudio se realizó de forma manual con los mismos procedimientos empleados en la comunidad. El “chacmeo” o aradura del terreno se efectuó dos meses antes de la siembra mediante el uso

de chaquitacllas. El desterronado y mullido se realizó dos semanas antes de la siembra con el empleo de picotas.

b. Siembra: Gómez (2000), menciona que es recomendable establecer el experimento con un mínimo de cinco plantas por accesión, de esta forma se obtendrá mejores resultados en el análisis estadístico. En ese sentido, el 14 de noviembre del 2019 se sembró la colección de muestras de papas nativas en la parcela de estudio con las siguientes características:

- Distanciamiento entre surcos: 1.2 metros
- Distanciamiento entre plantas: 0.4 metros
- Largo del surco: 4 metros
- Numero de tubérculos-semillas por golpe: 1
- Numero de tubérculos-semillas por surco: 10

c. Aporque: Durante el desarrollo y crecimiento de las plantas de papa se realizó dos aporques. El primer aporque se realizó a los 50 días después de la siembra. El segundo aporque se realizó a los 80 días después de la siembra.

d. Fertilización: La dosis de fertilización fue 120 – 100 – 80 kg/ha de NPK. La dosis de nitrógeno se fraccionó en dos partes, la primera mitad se aplicó en la siembra y la segunda mitad se aplicó en el primer aporque. Las dosis de fosforo y potasio se aplicaron en su totalidad durante la siembra.

e. Manejo fitosanitario: Para el control de las plagas como el gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp.*) y la pulgilla saltona (*Epitrix spp.*) se utilizó el producto químico Regent SC (fipronil). Por otro lado, para el control de enfermedades fungosas como la ranchara (*Phytophthora infestans*) se utilizó Fitoraz 76 PM (propineb y cymoxanil) y Fitoklin PM (metalaxil).

f. Etapas de evaluación: Durante el mes de marzo del 2020, las plantas de papa se encontraron en el estado fenológico de plena floración. En esta etapa se realizó la caracterización morfológica de la hoja, tallo y flor de las plantas más representativas de cada muestra. En cosecha: Los tubérculos de las muestras de papas nativas se cosecharon el 15

de mayo del 2020. En esta etapa se realizó la caracterización de tubérculos. Para ello, se seleccionó cinco tubérculos representativos, sin daños mecánicos y libres de patógenos.

3.4.3. Caracterización morfológica

En el presente estudio, se utilizó 27 descriptores morfológicos para la caracterización de hojas, tallos, flores y tubérculos. Para ello, se tomó en cuenta los criterios de evaluación para cada descriptor cualitativo de tipo nominal sugeridos en la “Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papa nativa” (Gómez, 2000).

a. Caracterización de la hoja: Para la caracterización de las hojas, se seleccionó hojas ubicadas en el tercio medio del tallo principal de las plantas más representativas de cada una de las muestras de papas nativas. Luego, se procedió a codificar el tipo de disección, número de pares de folíolos primarios, secundarios y terciarios de las hojas (Tabla 3). El resultado de los descriptores en cada muestra fue obtenido por la Moda de las plantas representativas.

Tabla 3: Descriptores de la forma de la hoja

| Tipo de disección | Numero de folíolos primarios | Numero de folíolos secundarios | Numero de folíolos terciarios |
|-------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Entera | 0. Ausente | 0. Ausente | 0. Ausente |
| 2. Lobulada | 1. Un par | 1. Un par | 1. Un par |
| 3. Disectada | 2. Dos pares | 2. Dos pares | 2. Dos pares |
| | 3. Tres pares | 3. Tres pares | 3. Tres pares |
| | 4. Cuatro pares | 4. 4 o más pares | 4. 4 o más pares |
| | 5. Cinco pares | | |
| | 6. Seis pares | | |
| | 7. 7 o más pares | | |

Fuente: Gómez (2000)

b. Caracterización del tallo: Para determinar la caracterización de los tallos, se procedió a observar la longitud completa del tallo principal de las plantas más representativas de cada muestra. De acuerdo a los estados descritos de la Tabla 4, se codificó el grado de pigmentación del tallo y la forma de las alas del tallo. El resultado de los descriptores en cada muestra fue obtenido por la Moda de las plantas representativas.

Tabla 4: Descriptores del color y forma de alas del tallo

| Color del tallo | Forma de alas del tallo |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 1. Verde | 0. Ausente |
| 2. Verde con pocas manchas | 1. Recto |
| 3. Verde con muchas manchas | 2. Ondulado |
| 4. Pigmentado con abundante verde | 3. Dentado |
| 5. Pigmentado con poco verde | |
| 6. Rojizo | |
| 7. Morado | |

Fuente: Gómez (2000)

c. **Caracterización de la flor:** La caracterización de flor se realizó en las primeras horas de la mañana. Se seleccionó plantas representativas que alcanzaron más del 75 por ciento de floración, evitando flores jóvenes y senescentes. En primer lugar, conforme a los estados detallados en la Tabla 5, se codificó la intensidad o grado de floración y la forma de la corola en las flores. Para este último, fue necesario abrir la flor completamente y pasar una línea imaginaria entre los acúmenes contiguos.

Tabla 5: Descriptores del grado de floración y forma de la corola de la flor

| Grado de floración | Forma de la corola |
|-----------------------|--------------------|
| 0. Sin botones | 1. Estrellada |
| 1. Aborto de flores | 3. Semi estrella |
| 3. Floración escasa | 5. Pentagonal |
| 5. Floración moderada | 7. Rotácea |
| 7. Floración profusa | 9. Muy rotácea |

Fuente: Gómez (2000)

En segundo lugar, se determinó el color predominante, intensidad del color predominante, color secundario y la distribución del color secundario de la flor. Para ello, se utilizó la tabla de doble entrada para colores de flores de papa (Anexo 2) y los estados descritos en la Tabla 6. Por último, de acuerdo a los estados referidos en la Tabla 7, se codificó el grado de pigmentación en las anteras, pistilo, pedicelo y cáliz de la flor.

Tabla 6: Descriptores del color de la flor

| Color predominante | Intensidad del color predominante | Color secundario | Distribución del color secundario |
|--------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 1. Blanco | 1. Pálido | 0. Ausente | 0. Ausente |
| 2. Rojo rosado | 2. Intermedio | 1. Blanco | 1. Acumen blanco en el haz |
| 3. Rojo morado | 3. Intenso | 2. Rojo rosado | 2. Acumen blanco en el envés |
| 4. Celeste | | 3. Rojo morado | 3. Acumen blanco en haz y envés |
| 5. Azul morado | | 4. Celeste | 4. En estrella |
| 6. Lila | | 5. Azul morado | 5. Bandas en el haz |
| 7. Morado | | 6. Lila | 6. Bandas en el envés |
| 8. Violeta | | 7. Morado | 7. Bandas en haz y envés |
| | | 8. Violeta | 8. Manchas salpicadas |
| | | | 9. Pocas manchas o puntos |

Fuente: Gómez (2000)

Tabla 7: Descriptores de la pigmentación en la antera, pistilo, pedicelo y cáliz de la flor

| Pigmentación en las anteras | Pigmentación en el pistilo | Pigmentación en el pedicelo | Pigmentación en el cáliz |
|---|---|---|-----------------------------------|
| 0. Sin pigmentación | 0. Sin pigmentación | 1. Verde | 1. Verde |
| 1. Pigmentado en bandas laterales | 1. Estigma pigmentado | 2. Solo articulación pigmentada | 2. Verde con pocas manchas |
| 2. Pigmentado en el ápice | 2. Pigmentación en pared externa del ovario | 3. Ligeramente pigmentado a lo largo y articulación verde | 3. Verde con abundantes manchas |
| 3. Pigmentado en bandas laterales y ápice | 3. Pigmentación en pared interna del ovario | 4. Ligeramente pigmentado a lo largo y en la articulación | 4. Pigmentado con abundante verde |
| 4. Anteras rojo marrón | 4. Pigmentación en estigma y en pared externa del ovario | 5. Pigmentado sobre la articulación | 5. Pigmentado con poco verde |
| | 5. Pigmentación en estigma y en pared interna del ovario | 6. Pigmentado debajo de la articulación | 6. Rojizo |
| | 6. Pigmentación en pared externa e interna del ovario | 7. Mayormente pigmentado y articulación verde | 7. Morado |
| | 7. Pigmentación en estigma, y en pared externa e interna del ovario | Completamente pigmentado | |

Fuente: Gómez (2000)

d. Caracterización del tubérculo: La caracterización de los tubérculos se realizó dentro de la primera semana después de la cosecha, para evitar la senescencia. Por cada muestra, se seleccionó cinco tubérculos fisiológicamente maduros, sin daños mecánicos y libres de patógenos. Cada tubérculo fue lavado para eliminar la tierra o barro que cubre la

piel. Además, al finalizar la caracterización se registró fotografías de cada muestra, mostrando la parte interna y externa de los tubérculos.

En primer lugar, se codificó el color de piel del tubérculo, conformado por cuatro dígitos que corresponden a los descriptores color predominante, intensidad del color predominante, color secundario y distribución del color secundario de la piel del tubérculo. Para ello, se utilizó la tabla de colores para tubérculos de papa (Anexo 3) y los estados descritos en la Tabla 8.

Tabla 8: Descriptores del color de piel de los tubérculos

| Color predominante | Intensidad del color predominante | Color secundario | Distribución del color secundario |
|---------------------------|--|-------------------------|--|
| 1. Blanco crema | 1. Pálido | 0. Ausente | 0. Ausente |
| 2. Amarillo | 2. Intermedio | 1. Blanco crema | 1. En los ojos |
| 3. Anaranjado | 3. Intenso | 2. Amarillo | 2. En las cejas |
| 4. Marrón | | 3. Anaranjado | 3. Alrededor de los ojos |
| 5. Rosado | | 4. Marrón | 4. Manchas dispersas |
| 6. Rojo | | 5. Rosado | 5. Como anteojos |
| 7. Rojo morado | | 6. Rojo | 6. Manchas salpicadas |
| 8. Morado | | 7. Rojo morado | 7. Pocas manchas |
| 9. Negruzco | | 8. Morado | |
| | | 9. Negruzco | |

Fuente: Gómez (2000)

Luego, conforme a los estados detallados en la Tabla 9, se determinó la codificación de la forma del tubérculo, conformado por cuatro dígitos. El primer dígito corresponde a la forma general, cuyo valor van de 1 al 9. El segundo dígito corresponde a la variante de la forma general, cuyo valor va de 0 a 9. El tercer dígito se define por la profundidad de los ojos, cuyo valor está conformado por los números impares del 1 al 9. Finalmente, se ha incluido el descriptor número de ojos, que corresponde al cuarto dígito que va de 1 a 4, y hace referencia al número de ojos en el tercio apical y tercio medio.

Tabla 9: Descriptores de la forma del tubérculo

| Forma general | Variante de forma | Profundidad de ojos | Numero de ojos |
|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| 1. comprimido | 0. ausente | 1. sobresaliente | 1. escasos |
| 2. redondo | 1. aplanado | 3. superficial | 2. numero mediano |
| 3. ovalado | 2. clavado | 5. medio | 3. numerosos |
| 4. obovado | 3. reniforme | 7. profundo | 4. abundantes |
| 5. elíptico | 4. fusiforme | 9. muy profundo | |
| 6. oblongo | 5. falcado | | |
| 7. oblongo alargado | 6. enroscado | | |
| 8. alargado | 7. digitado | | |
| | 8. concertinado | | |
| | 9. tuberosado | | |

Fuente: Gómez (2000)

Finalmente, se realizó un corte transversal a cada tubérculo y se determinó la codificación del color de la pulpa del tubérculo, conformado por 3 dígitos definidos por los descriptores color predominante, color secundario y la distribución del color secundario. Para ello, se utilizó algunos colores de la tabla de colores para tubérculos (Anexo 3) y los estados descritos en la Tabla 10.

Tabla 10: Descriptores del color de la pulpa del tubérculo

| Color predominante | Color secundario | Distribución del color secundario |
|---------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1. Blanco | 0. Ausente | 0. Ausente |
| 2. Crema | 1. Blanco | 1. Pocas manchas |
| 3. Amarillo claro | 2. Crema | 2. Áreas |
| 4. Amarillo | 3. Amarillo claro | 3. Anillo vascular angosto |
| 5. Amarillo intenso | 4. Amarillo | 4. Anillo vascular ancho |
| 6. Rojo | 5. Amarillo intenso | 5. Anillo vascular y medula |
| 7. Morado | 6. Rojo | 6. Todo menos medula |
| 8. violeta | 7. Morado | 7. Salpicado |
| | 8. Violeta | |

3.4.5. Banda de códigos de los descriptores

Con respecto a la caracterización morfológica de germoplasma de papa, Egúsquiza *et al.* (2018) mencionan que se asigna códigos a las diversas características de las plantas y tubérculos las cuales permiten distinguir las accesiones según sus semejanzas o diferencias. Por ello, luego de obtener la codificación de cada descriptor en la caracterización de la hoja,

tallo, flor y tubérculo, se ordenaron según la figura 4. El ordenamiento facilita las comparaciones entre las muestras de la colección de papas nativas del presente estudio.

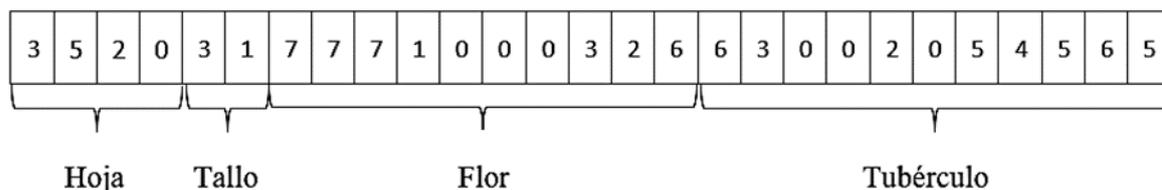


Figura 4: Banda con códigos de los descriptores de la caracterización de hoja, tallo, flor y tubérculos.

Según el ejemplo de codificación que se aprecia la Figura 2, indica una muestra de papa que presenta hojas de tipo disecta, cinco pares de folíolos primarios, dos pares de folíolos secundarios y ausencia de pares de folíolos terciarios. También, presenta tallos verdes con muchas manchas con alas de forma recta. Asimismo, con respecto a la caracterización de la flor, la muestra presenta floración profusa, corolas rotáceas, flores moradas pálidas, ausencia de color secundario, ausencia de pigmentación en las anteras, pigmentación en la pared externa del ovario, pigmentación solo en la articulación, cáliz rojizo. Por último, de acuerdo a la caracterización de tubérculos, la muestra presenta tubérculos rojos intensos, ausencia de color secundario, redondos, ojos de profundidad media y abundantes, con pulpa de color predominante amarillo intenso, color secundario rojo distribuido en el anillo vascular y medula.

3.4.6. Análisis estadístico de resultados de la caracterización morfológica

El tipo de investigación en el presente estudio es descriptivo, no intenta intervenir ni alterar el curso de un hecho, con el uso de variables cualitativas de tipo nominal. La investigación descriptiva, tiene como objetivo medir y recopilar información para explicar las variables de investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Luego de registrar y ordenar la codificación de cada descriptor en la caracterización de la hojas, tallos, flores y tubérculos de cada muestra en estudio como en el ejemplo de la figura 2. se construyó una matriz básica de batos (MBD). La matriz presenta una dimensión de 68 filas que corresponde a la cantidad de muestras estudiadas y 27 columnas que corresponden a la cantidad de descriptores utilizados en la caracterización (Anexo 04).

a. Análisis univariado: Mediante la matriz básica de datos (MBD), se calculó las frecuencias de cada muestra de la colección de papas nativas, con las cuales, se elaboró tablas de frecuencias para describir con mayor facilidad el comportamiento de la variabilidad morfológica de las muestras en estudio. Para este análisis se utilizó el *software* SPSS Versión 22 y las gráficas en Microsoft Excel 2016.

b. Análisis multivariado: Para el análisis de las 27 variables cualitativas en simultaneidad y con el objetivo de identificar alguna duplicidad o muestras con alta similitud se requirió una herramienta multivariante que permita analizar la matriz básica de datos. Con estos objetivos, se empleó el análisis de conglomerados o análisis clúster; además, con la finalidad de determinar los descriptores de mayor responsabilidad en la variabilidad morfológica de la colección de muestras en el presente estudio, se realizó el análisis de componentes principales (ACP). En ambos casos, el procedimiento se realizó mediante el uso del *software* Rstudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis descriptivo de la colección de papas nativas

4.1.1. Caracterización de las hojas

- a. **Tipo de disección:** Todas las muestras de papas nativas analizadas tuvieron hojas disectadas, característica propia de todas las papas cultivadas (Gómez, 2000). Por esta razón, este descriptor no fue considerado en el análisis cluster ni en el análisis de componentes principales, debido a que, no contribuye en la variabilidad.

La descripción cualitativa de la disectividad en función del número de pares de folíolos se presenta en la Figura 5 en la que se aprecia en mayor frecuencia (64.7 por ciento) hojas con disectividad mediana; contrariamente, las hojas con disectividad débil fueron las de menor frecuencia (4.4 por ciento).

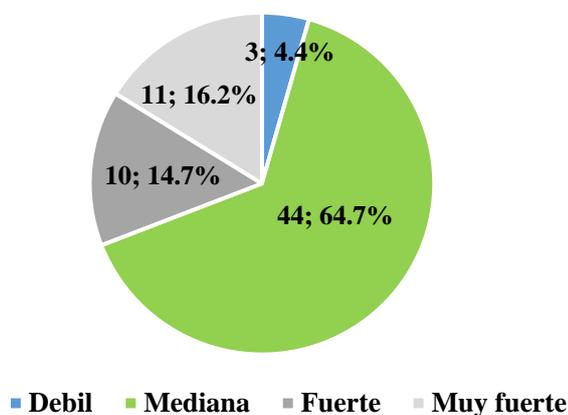


Figura 5: Número y frecuencia de muestras de acuerdo a la disectividad de las hojas.

- b. **Numero de pares de folíolos primarios:** Dentro de las muestras estudiadas se registraron muestras con cuatro, cinco, seis y hasta siete pares de folíolos primarios. En la Figura 6 se observa mayor frecuencia de muestras con cinco y seis folíolos primarios, las cuales representaron el 66.2 y 27.92 por ciento. Asimismo, se registró solo una sola

muestra (“qeqorani”) con siete pares de folíolos primarios por lo que se la considera como de alta disectividad.

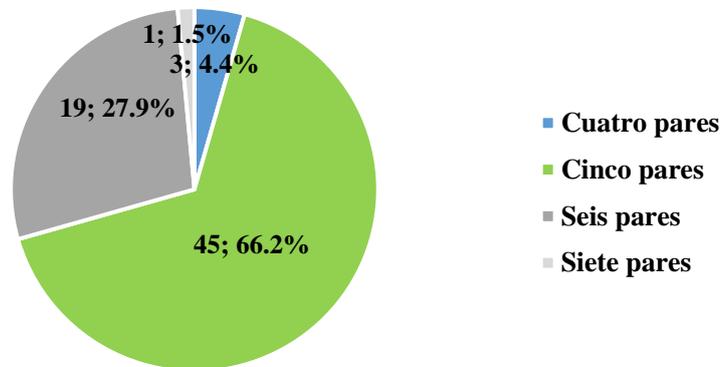


Figura 6: Número y frecuencia de muestras de acuerdo al número de pares de folíolos primarios en la hoja.

c. **Numero de pares de folíolos secundarios:** Todas las muestras estudiadas presentaron al menos un par de folíolos secundarios en la hoja. En la Figura 7 se observa con mayor frecuencia muestras con dos pares de folíolos secundarios (73.5 por ciento); las muestras con tres pares de folíolos en la hoja fueron las de menor frecuencia (11.8 por ciento). No se registraron muestras con hojas que presenten más de tres pares de folíolos.

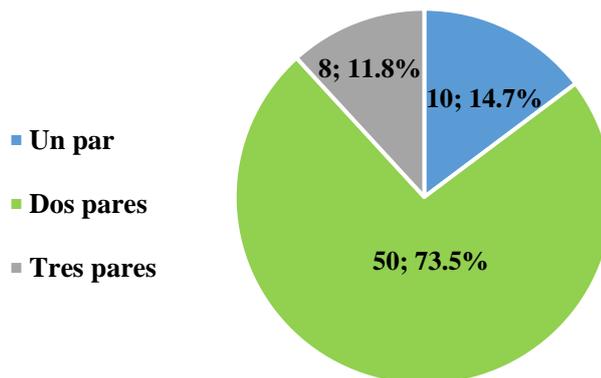


Figura 7: Número y frecuencia de muestras de acuerdo al número de pares de folíolos secundarios en la hoja.

d. **Numero de pares de folíolos terciarios:** En la Figura 8 se aprecia que se registró con mayor frecuencia muestras sin folíolos terciarios en la hoja, la cual representó el 61.8 por

ciento. Por otro lado, el 38.2 por ciento presentaron un par de folíolos terciarios. No se encontraron muestras con más de un par de folíolos terciarios en las hojas.

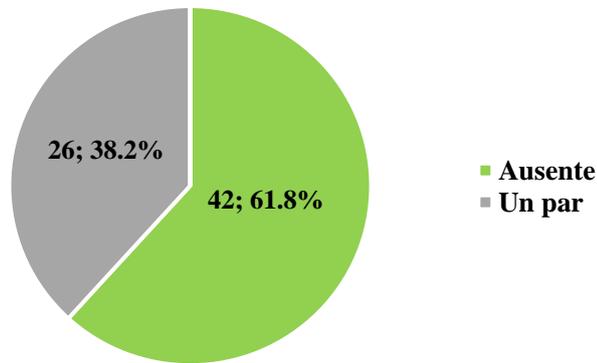


Figura 8: Número y frecuencia de muestras de acuerdo al número de pares de folíolos terciarios en la hoja.

4.1.2. Caracterización de los tallos

a. **Color del tallo:** En el presente estudio, se registró todos los colores del tallo definidos en el descriptor de papa. Las muestras analizadas presentaron con mayor frecuencia tallos verdes con pocas manchas, la cual representó el 33.8 por ciento. Tanto las muestras con tallos totalmente verdes y tallos verdes con muchas manchas, representaron el 19.1 por ciento. Además, se registró en minoría muestras con tallos rojizo, morado y pigmentados con abundante verde, las cuales representaron el 5.9, 4.4 y 1.5 por ciento respectivamente (Figura 9).

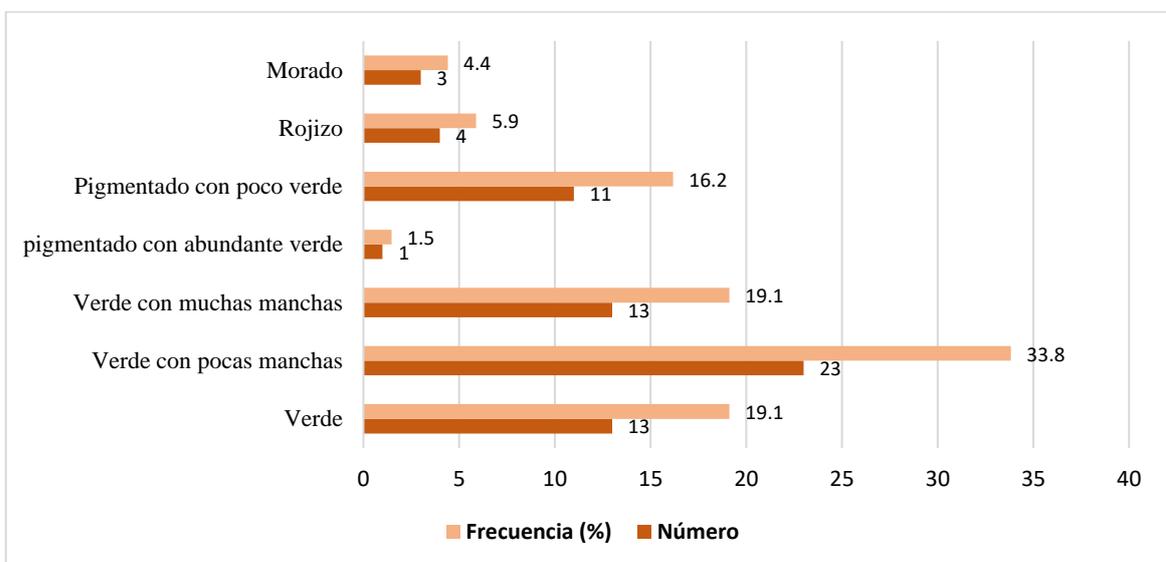


Figura 9: Muestras de acuerdo al color del tallo.

- b. **Forma de las alas del tallo:** En la Figura 10 se observa que un 27.9 por ciento de muestras no presentaron alas en los tallos. Las muestras con alas en los tallos, mostraron con mayor frecuencia alas de borde recto (51.5 por ciento), seguido de alas de forma ondulado (17.6 por ciento). Asimismo, tan solo las muestras “misi maki” y “uva moteada” mostraron tallos con alas de borde dentado (2.9 por ciento).

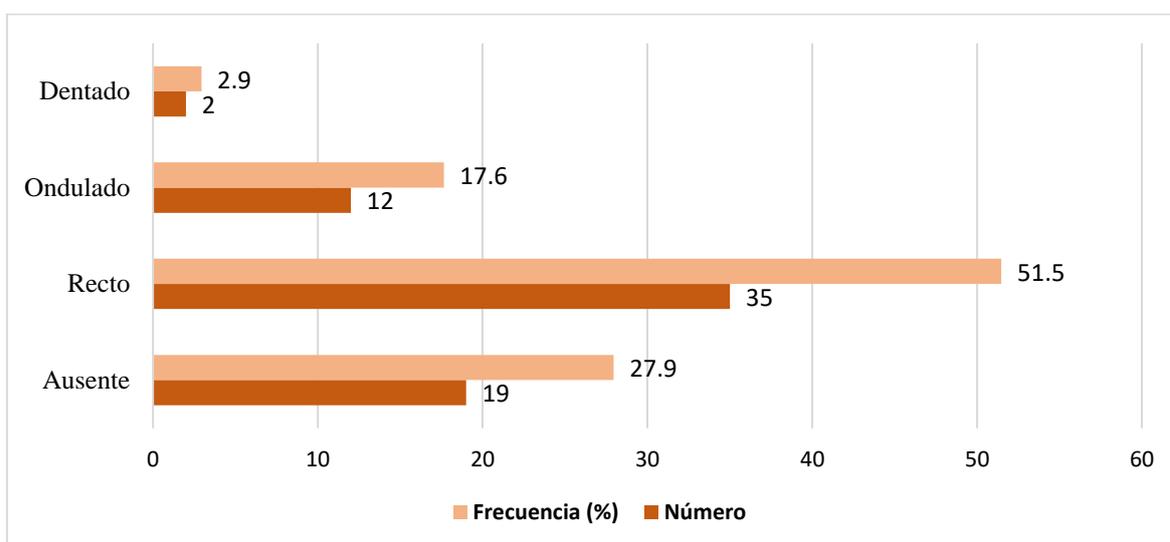


Figura 10: Muestras de acuerdo a la forma de las alas del tallo.

4.1.3. Caracterización de la flor

- a. **Grado de floración:** El grado de floración de las muestras de papas nativas se detalla en la Figura 11. Se observa que el 57.4 por ciento de las muestras presentaron floración moderada, seguido de floración profusa con un 25 por ciento. Por otro lado, las muestras “jaspash”, “alqo suito blanco”, “ashnaval”, “papa anco” mostraron floración escasa. No se encontraron muestras con ausencia de botones florales, ni con aborto de botones florales.

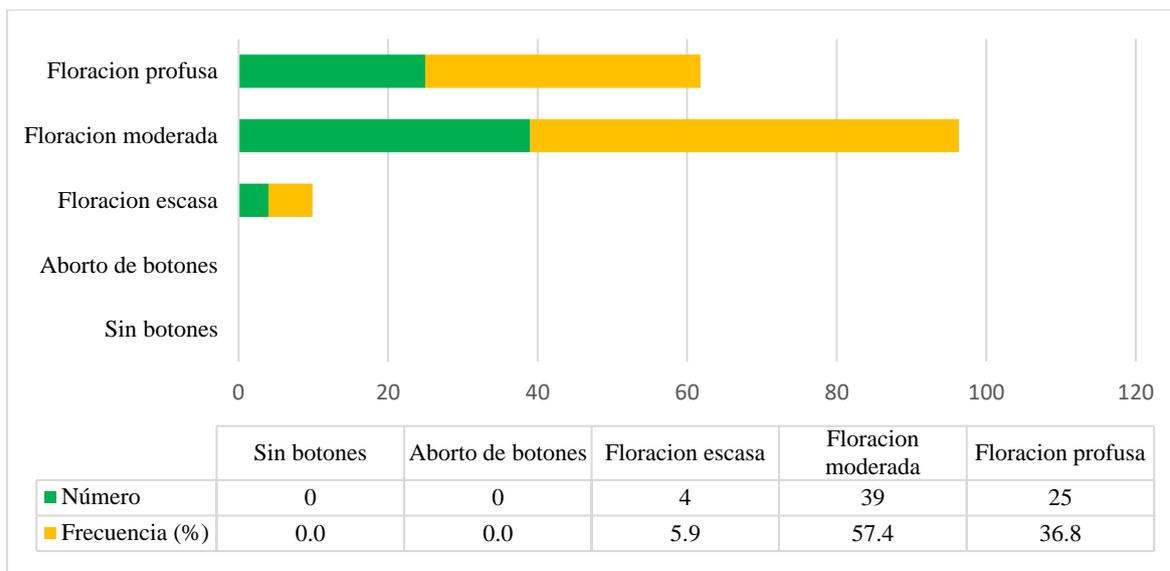


Figura 11: Muestras de acuerdo al grado de floración.

b. **Forma de la corola:** Las muestras analizadas presentaron flores con corolas de forma pentagonal, rotácea y muy rotácea. En la Figura 12 se aprecia que se registró con mayor frecuencia muestras con corola de forma rotácea (66.2 por ciento), el 20.6 por ciento de muestras presentaron corolas pentagonales y con menor frecuencia muestras con corolas de forma muy rotácea (13.2 por ciento). no se encontraron muestras con flores que tengan corolas de forma estrellada y semi estrellada.

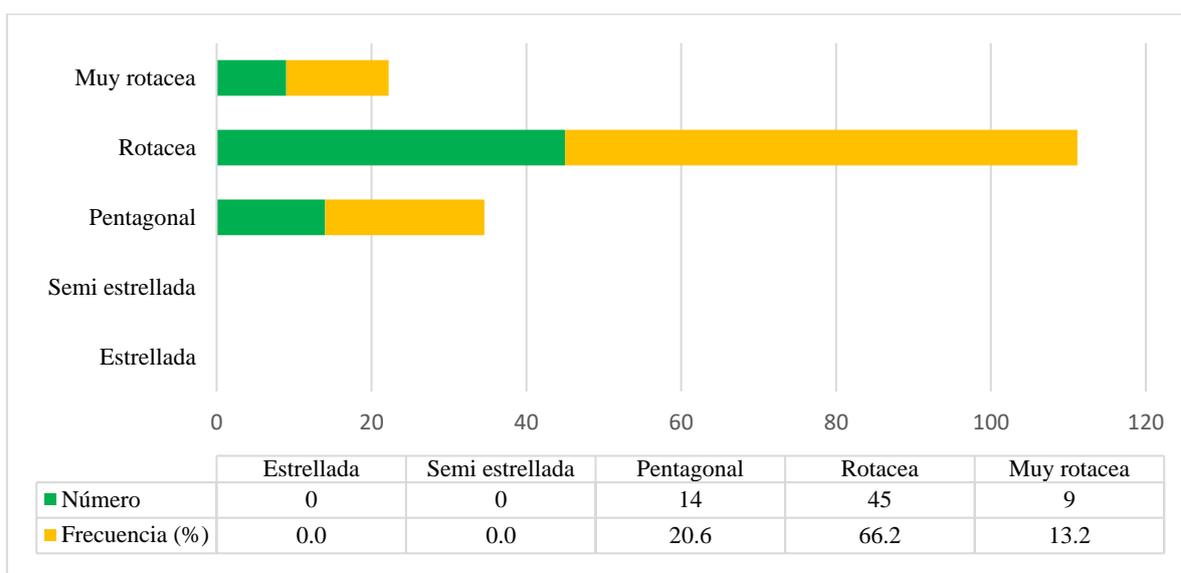


Figura 12: Muestras de acuerdo a la forma de corola.

- c. **Color predominante de la flor:** Las muestras presentaron flores de color blanco, rojo morado, lila, morado y violeta como indica la Figura 13. Se registraron con mayor frecuencia flores de color violeta y morado, las cuales representaron el 38.2 y 36.8 por ciento respectivamente. Se registraron en menor frecuencia flores de color blanco y lila, las cuales representaron el 11.8 por ciento y 10.3 por ciento respectivamente. Solo se registró dos muestras (“piña amarilla” y “peruanita”) con flores de color rojo-morado.

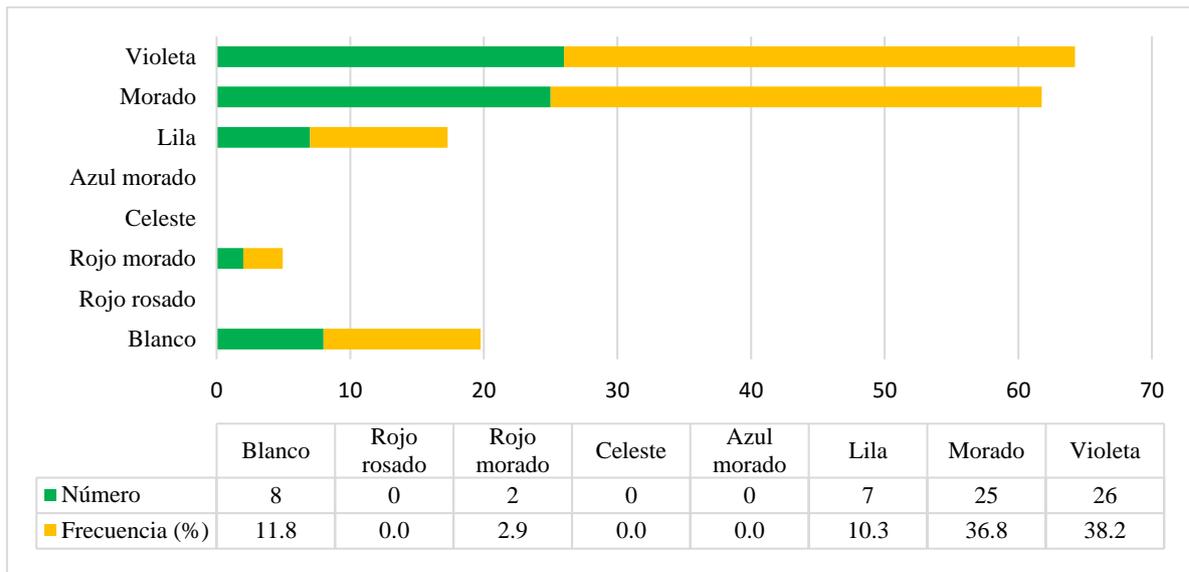


Figura 13: Muestras de acuerdo al color predominante de la flor.

- d. **Intensidad del color predominante de la flor:** En la Figura 14 se observa que las muestras registraron con mayor frecuencia una intensidad de color predominante pálido en las flores (52.9 por ciento), seguido de flores que presentaron una intensidad de color predominante intermedio (42.6 por ciento). Las muestras “peruanita” con un color predominante rojo-morado, “callhuanca rojo” con un color predominante morado y “muru chicchi” con un color predominante lila, presentaron colores notablemente intensos en las flores.

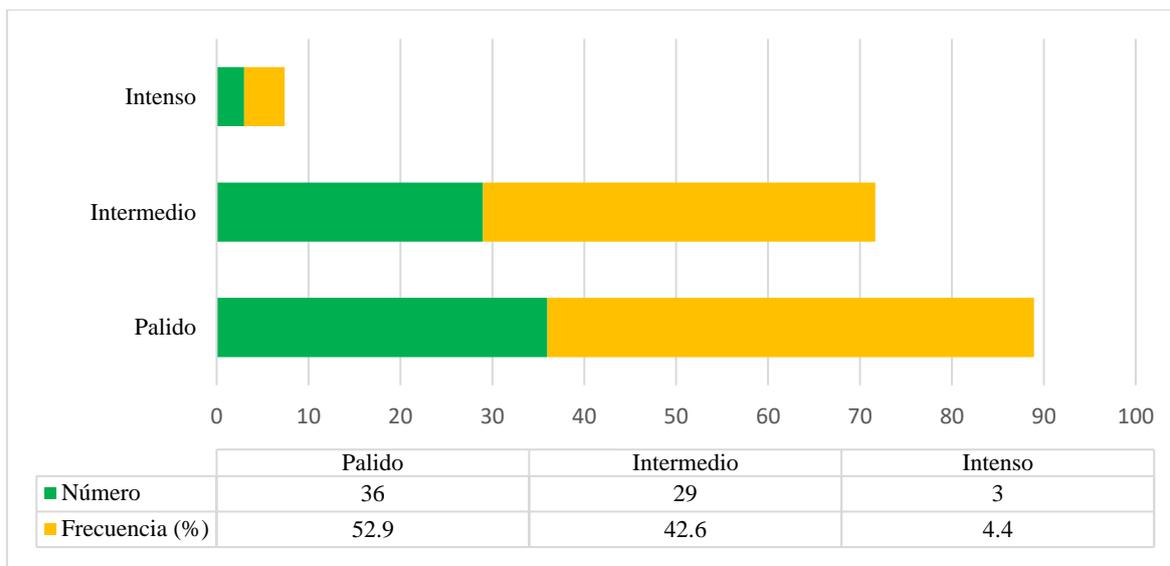


Figura 14: Muestras de acuerdo a la intensidad del color predominante de la flor.

- e. **Color secundario de la flor:** Mas de la mitad (61.8 por ciento) de las muestras caracterizadas mostraron ausencia de color secundario en la flor. La Figura 15 indica que las flores que mostraron color secundario blanco se presentaron en mayor proporción (36.8 por ciento) y solo la muestra “puma maki rojo” presentó un color lila. En la presente investigación no se encontraron otras variantes de color secundario en la flor

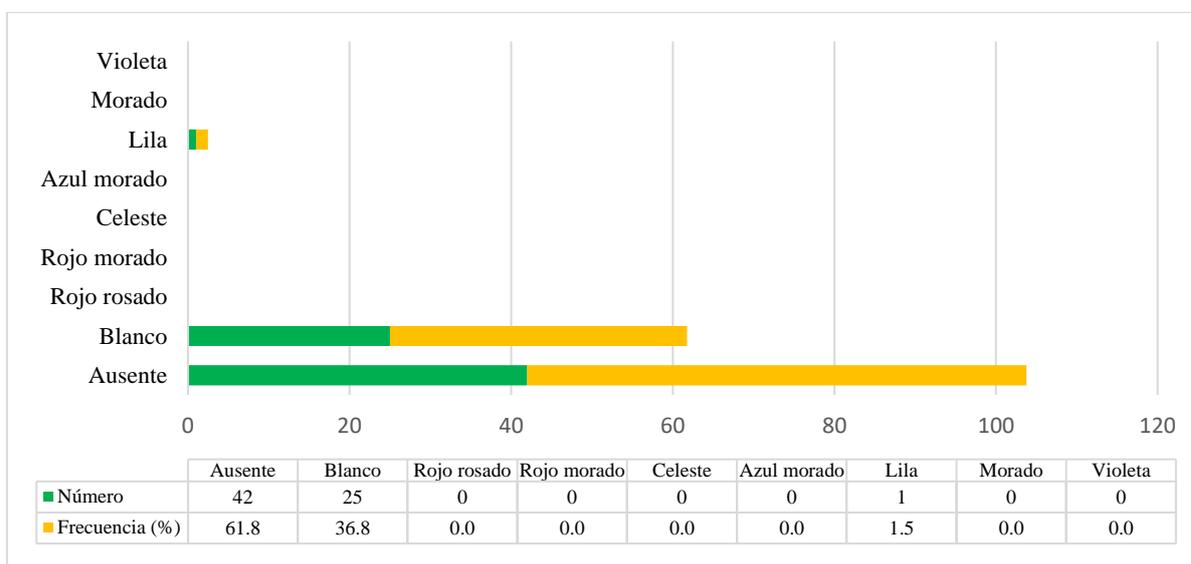


Figura 15: Muestras de acuerdo al color secundario de la flor.

- f. **Distribución del color secundario de la flor:** En la Figura 16 se observa las variantes de distribución del color secundario de la flor en las muestras. Se encontró que la mayoría de muestras presentaron flores con acúmenes blancos en el envés (19.1 por ciento), seguido de muestras con acúmenes blanco en el haz y envés (13.2 por ciento) y solo la

muestra “papa anco” presentó flores con acúmenes blancos en el haz. Asimismo, la muestra “papa azul” y “amarilla tumbay” presentaron flores con pigmentación secundario blanco distribuido en forma de estrella y bandas en ambas caras respectivamente. Además, la muestra “puma maki rojo” fue el único en mostrar flores con pigmentación secundaria lila distribuido en forma de bandas en el envés.

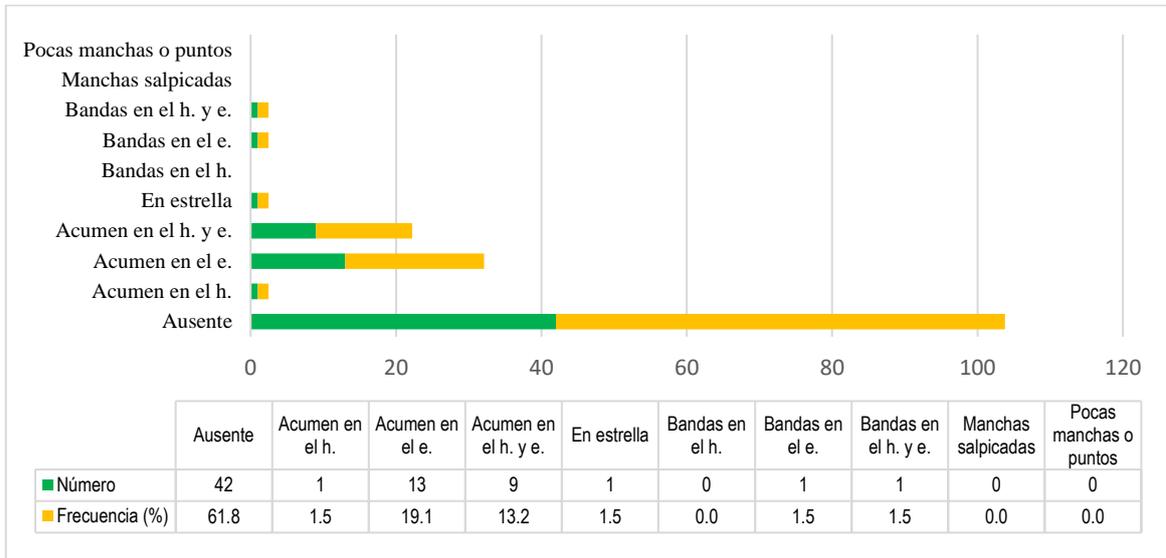


Figura 16: Muestras de acuerdo a la distribución del color secundario de la flor.

g. **Pigmentación en las anteras:** En la presente investigación, todas las muestras analizadas no mostraron pigmentación en las anteras de las flores (Figura 17). Por ello, este descriptor no fue considerado en el análisis clúster y en el análisis de componentes principales, debido a que, no aporta en la variabilidad de las muestras analizadas.

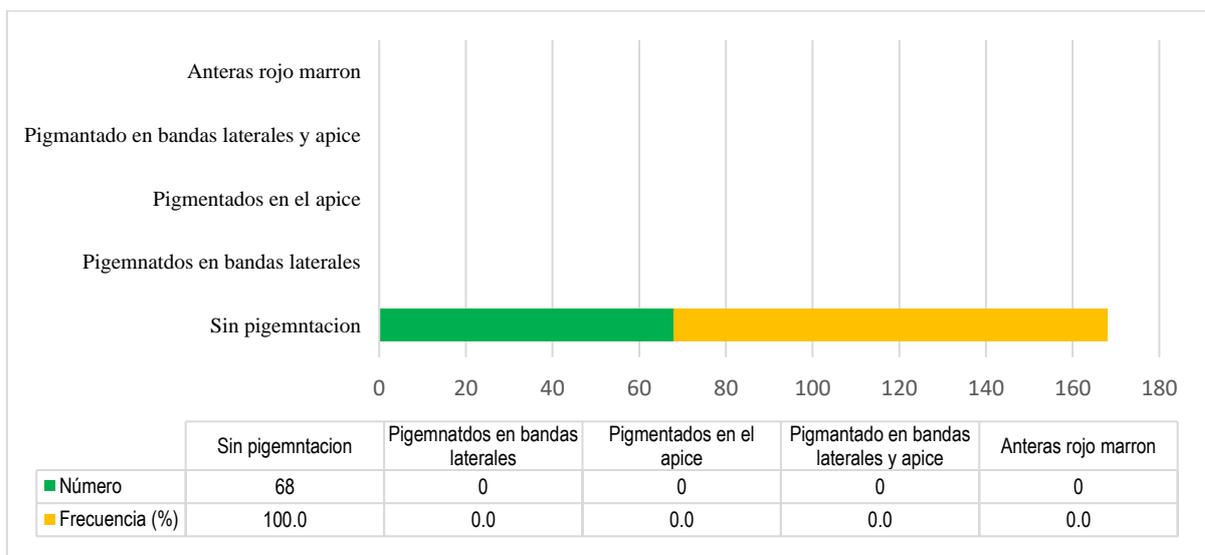


Figura 17: Muestras de acuerdo a la pigmentación en las anteras de la flor

h. **Pigmentación en el pistilo:** En la Figura 18 se observa que las muestras mostraron en mayor frecuencia flores con pigmentación en la pared interna de los pistilos (57.4 por ciento) y solo la muestra “achanjaira” presentó flores con pigmentación en la pared exterior de los pistilos. Además, la muestra “sangre de toro azul” fue el único en presentar pigmentación en la pared externa e interna del pistilo.

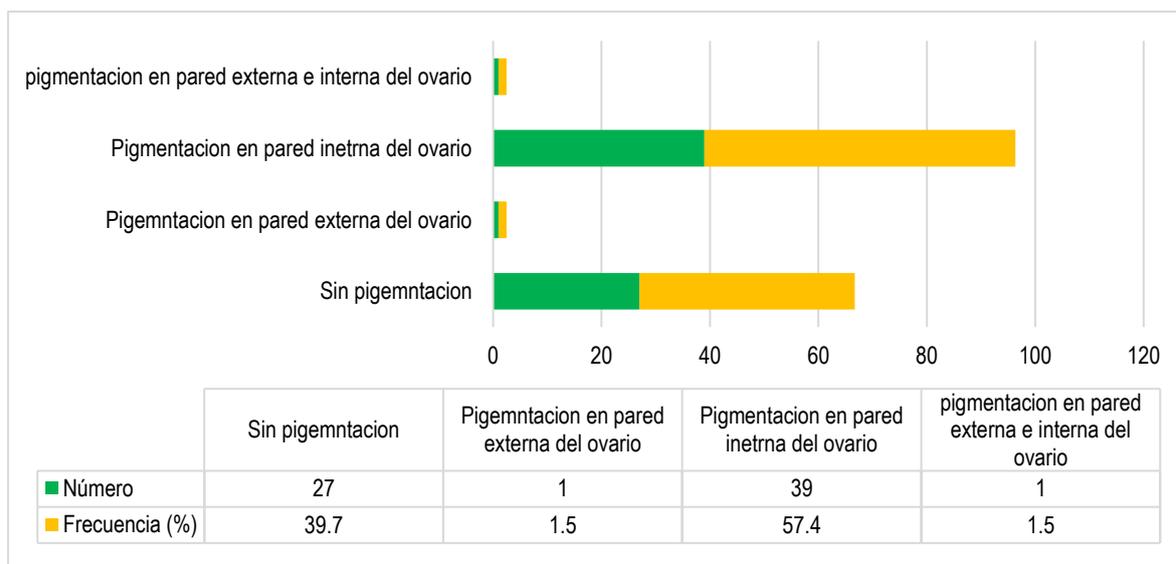


Figura 18: Muestras de acuerdo a la pigmentación en el pistilo de la flor

i. **Pigmentación en el pedicelo:** Según la figura 19, las muestras mostraron con mayor frecuencia ligera pigmentación a lo largo y en la articulación del pedicelo (51.5 por ciento), con excepción de las muestras “perricholi criollo” y “alqay mako” quienes presentaron articulación verde. También, se aprecia que las muestras mostraron pigmentación debajo (16.2 por ciento) y sobre (4.4 por ciento) la articulación del pedicelo. Asimismo, se registró un 13.2 por ciento de muestras con pedicelos completamente pigmentados y un 7.4 por ciento con pedicelos completamente verdes. Cabe mencionar que las muestras “sumaq soncco”, “papatojo” y “puma maki” mostraron pigmentación solo en la articulación del pedicelo.

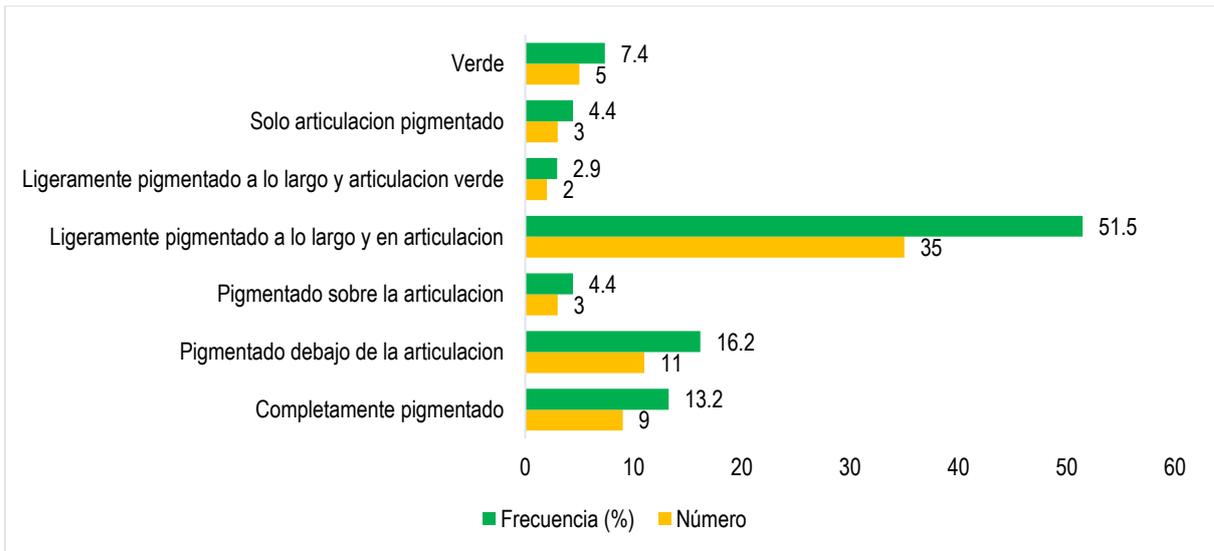


Figura 19: Muestras de acuerdo a la pigmentación en el pedicelo de la flor

j. **Pigmentación en el cáliz:** Según la Figura 20, se observa que las muestras mostraron con mayor frecuencia cáliz “pigmentado con poco verde” y “pigmentado con abundante verde”, ambos representaron un 67.7 por ciento. Asimismo, el 14.7 por ciento de las muestras mostraron cálices “verdes con pocas manchas” y un 5.9 por ciento mostraron cálices “verdes con abundantes manchas”. Las muestras restantes (11.8 por ciento) mostraron cálices de colores completamente rojizos, morados y verdes.

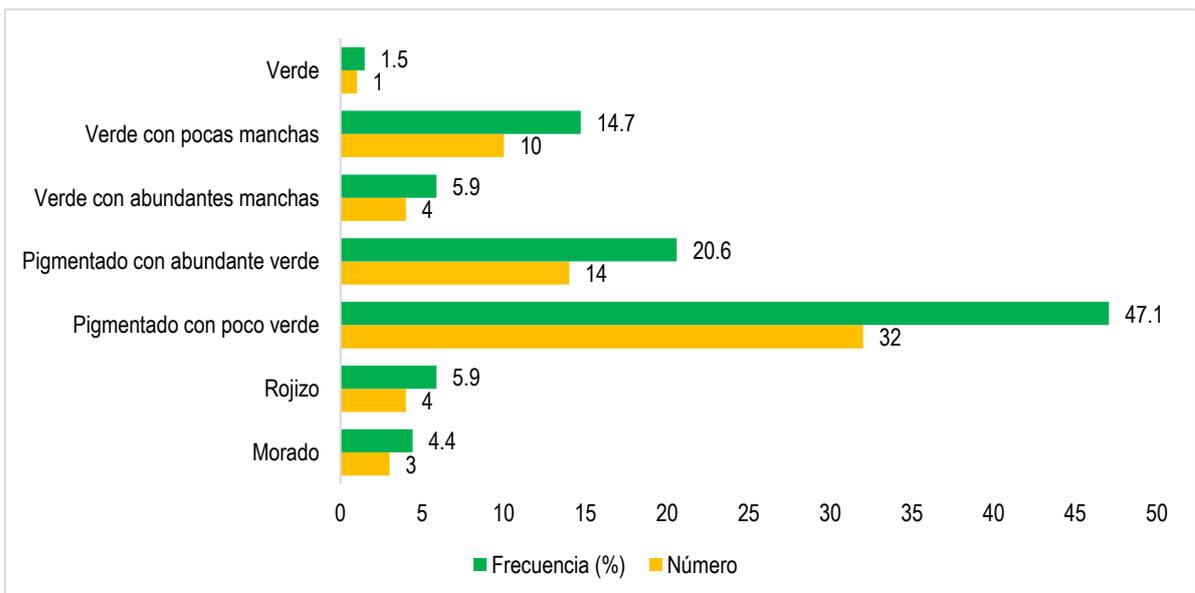


Figura 20: Muestras de acuerdo a la pigmentación del cáliz de la flor.

4.1.4. Caracterización de los tubérculos

- a. **Color predominante de la piel del tubérculo:** En la Figura 21 se observa que las muestras con pieles de un color predominante amarillo fueron los más números (27.9 por ciento). Seguido de las muestras con el color de piel predominante negruzco (22.1 por ciento), rojo (22.1 por ciento) y morado (14.7 por ciento). Mientras que las muestras con tubérculos blanco-crema, anaranjado y rojo-morado se observaron en menor frecuencia, con un total de 13.2 por ciento. Cabe mencionar que no se registraron tubérculos rosados ni marrones.

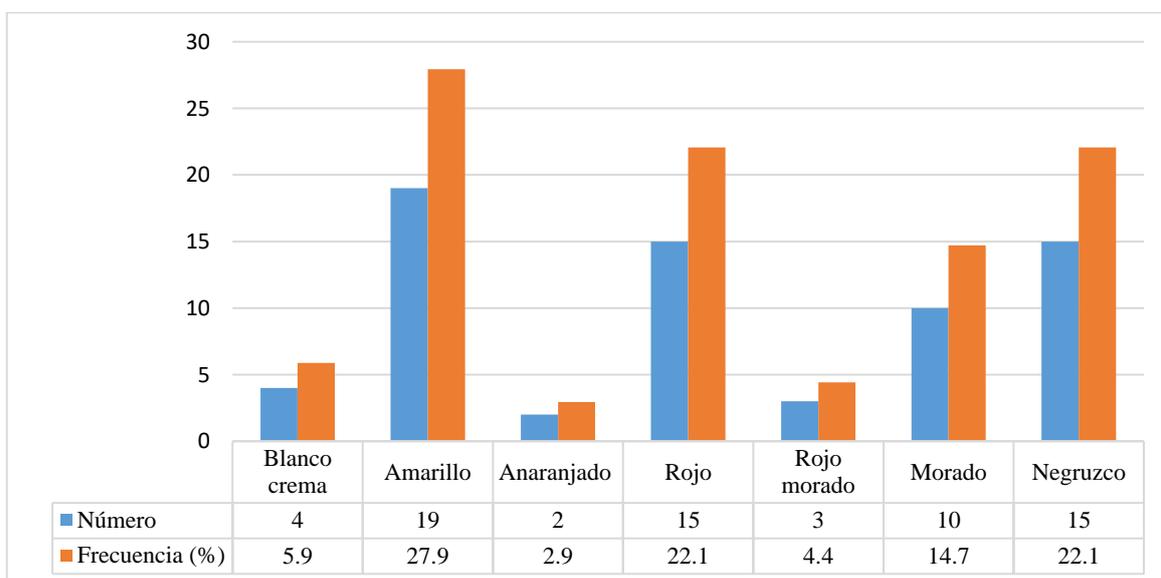


Figura 21: Muestras de acuerdo al color predominante de la piel del tubérculo

- b. **Intensidad del color predominante de la piel del tubérculo:** El 50 por ciento de las muestras analizadas mostraron color predominante intenso en la piel (Figura 22). Además, la intensidad intermedia representó un 38.2 por ciento, mientras que los tubérculos con colores predominantes pálidos se registraron con menor frecuencia (11.8 por ciento).

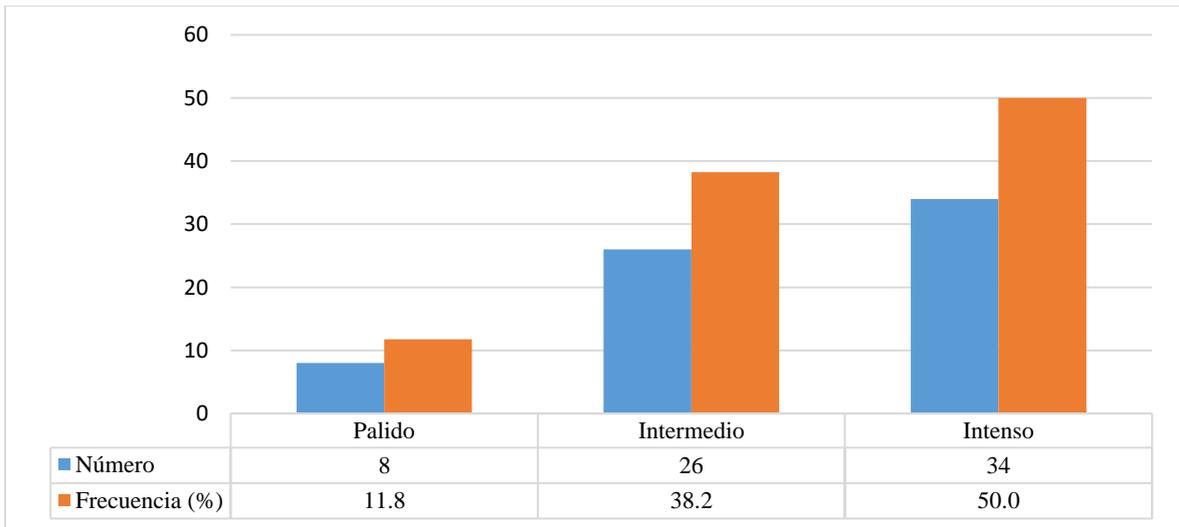


Figura 22: Muestras a la intensidad del color predominante de la piel del tubérculo.

c. Color secundario de la piel del tubérculo: En la Figura 23, se observa que la mitad de las muestras analizadas mostraron ausencia de color secundario en la piel. Es decir, 34 muestras mostraron tubérculos con piel de un solo color, entre ellos se encontraron las tonalidades blanco-crema, amarillo y anaranjado en 11 muestras; rojo y rojo-morado en 11 muestras; morado y negruzco en 12 muestras. Las muestras que registraron colores secundarios en la piel del tubérculo, mostraron con mayor frecuencia (35.3 por ciento) los colores amarillo y morado, mientras que en menor frecuencia (14.6 por ciento) mostraron los colores blanco-crema, rojo y negruzco. No se encontró tubérculos con colores secundarios rosados, rojos-morados, anaranjados ni marrones.

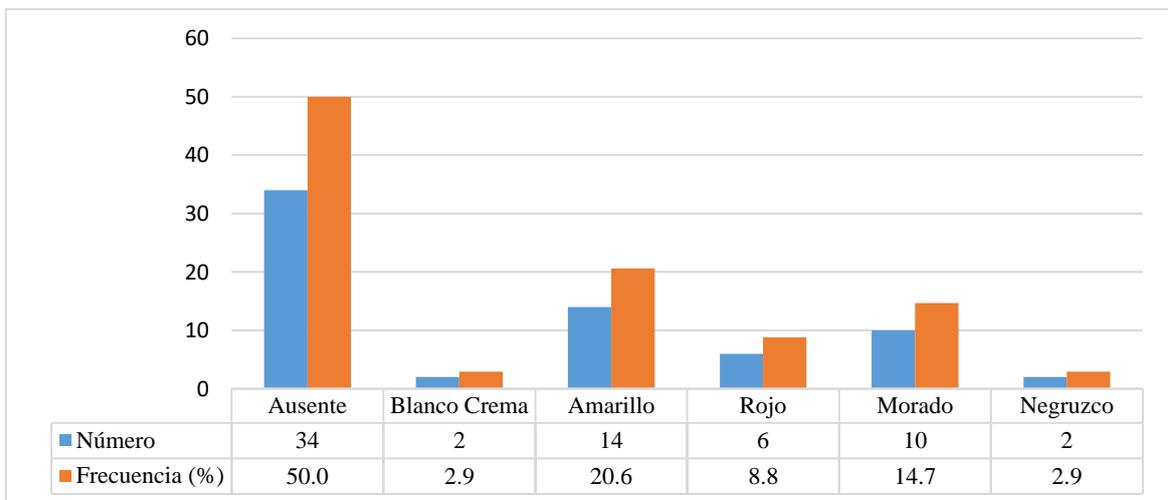


Figura 23: Muestras de acuerdo al color secundario de la piel del tubérculo.

d. Distribución del color secundario de la piel del tubérculo: La distribución de los colores secundarios (blanco-crema, amarillo, rojo, morado, negruzco) en la piel de los tubérculos se detalla en la Figura 24. Se observa que un 23.5 por ciento de las muestras mostraron una distribución en forma de manchas dispersas. Seguido de la distribución “en los ojos” y “como anteojos”, las cuales representaron un 10.3 por ciento y 8.8 por ciento respectivamente. En menor frecuencia (7.3 por ciento) se encontró colores secundarios distribuidos como de “pocas manchas”, “manchas salpicadas” y “en las cejas”. No se encontró la distribución del color secundario “alrededor de los ojos”.

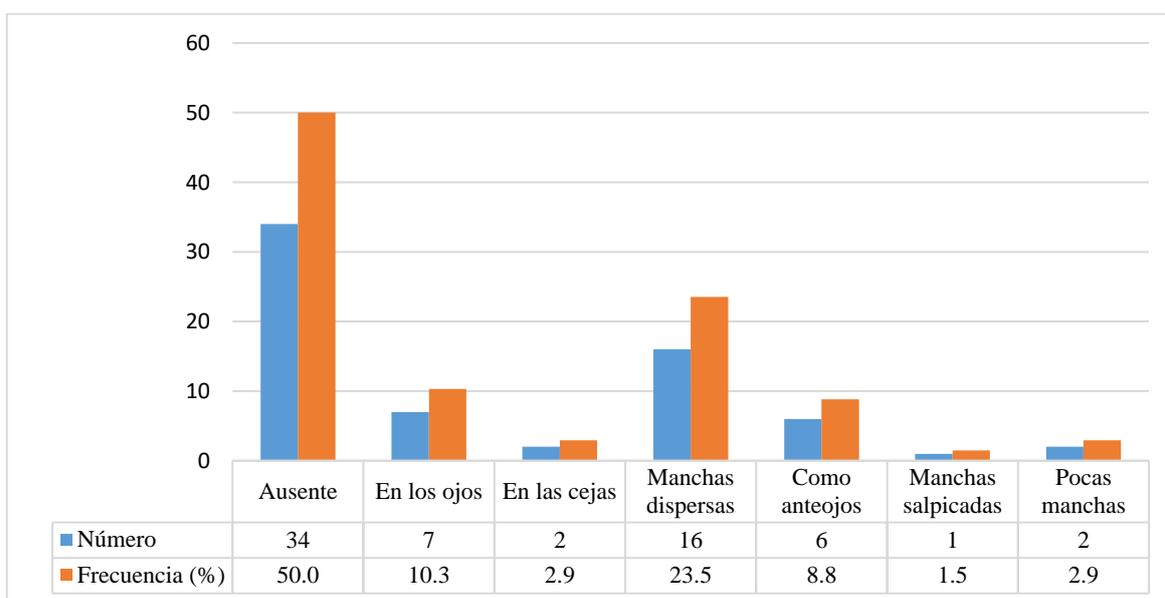


Figura 24: Muestras de acuerdo a la distribución del color secundario en la piel.

e. Forma general del tubérculo: Las muestras analizadas presentaron todas las formas generales de los tubérculos definidos en el descriptor de papa, excepto la forma elíptica. Según la Figura 25, las muestras analizadas mostraron con mayor frecuencia tubérculos alargados (26.5 por ciento) y redondos (19.1 por ciento). De igual manera, se registró tubérculos oblongos y oblongos-alargados los cuales representaron un 30.8 por ciento. Se registró en menor frecuencia tubérculos comprimidos (11.8 por ciento), tubérculos ovalados (8.8 por ciento), mientras que solo las muestras “puma maki rojo” y “mashua papa” presentaron tubérculos obovados.

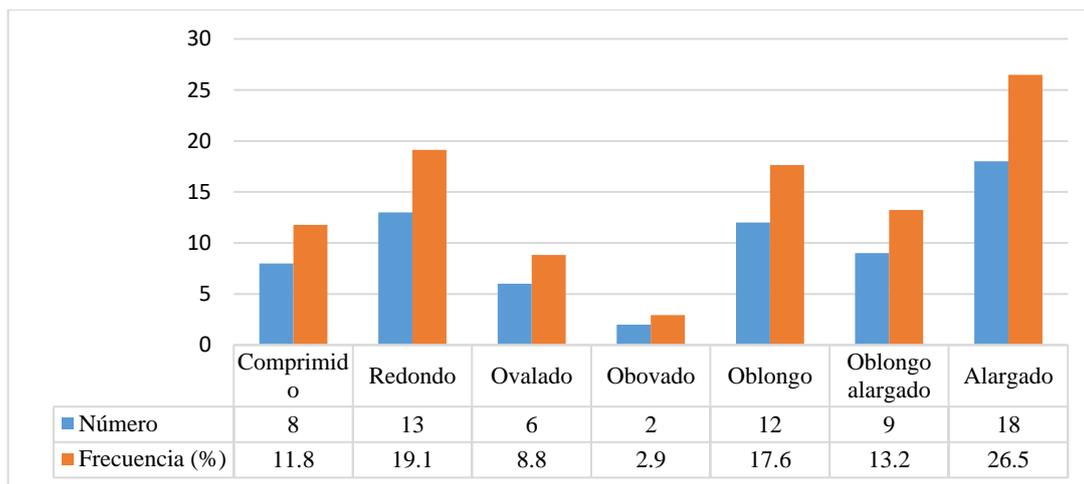


Figura 25: Muestras de acuerdo a la forma general del tubérculo

f. Variantes de las formas del tubérculo: De acuerdo a la Figura 26, gran parte de las muestras registraron ausencia de variantes (29.4 por ciento). Las muestras que mostraron variantes en cuanto a la forma general del tubérculo, presentaron con mayor frecuencia tubérculos tuberosados (20.6 por ciento) y clavados (16.2 por ciento). Asimismo, las variantes aplanado, fusiforme y concertinado presentaron similar frecuencia, las cuales representaron un 8.8 por ciento cada una. Además, las muestras “misi maki”, “puma maki” y “puma maki rojo” presentaron tubérculos digitados, mientras que las muestras “sensano” y “cacho de toro” presentaron tubérculos falcados. Cabe mencionar que no se registraron tubérculos con variantes del tipo reniforme ni enroscado.

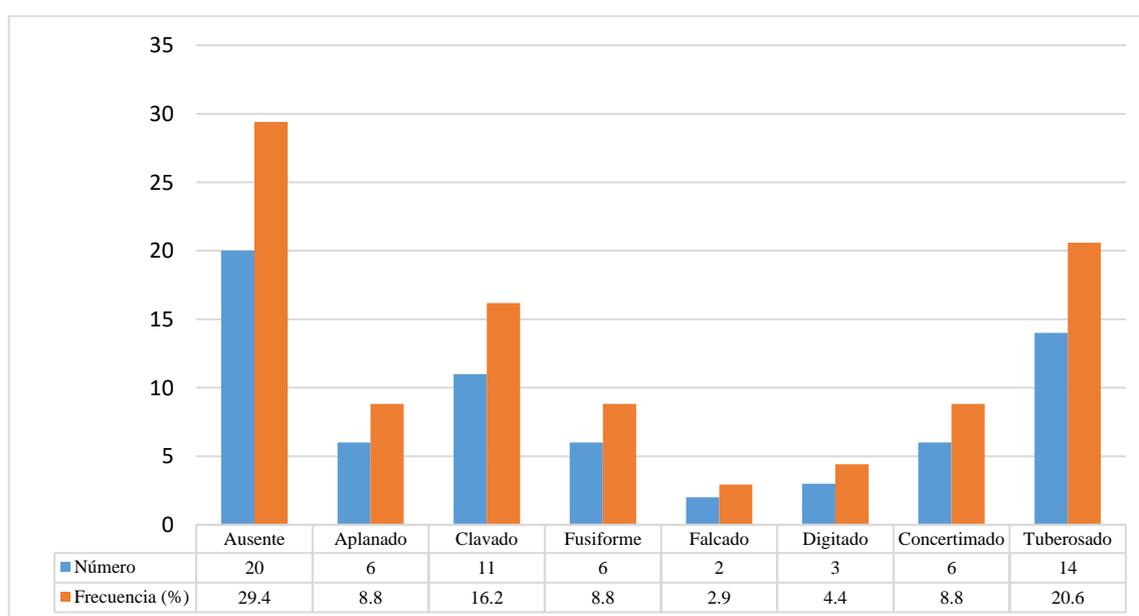


Figura 26: Muestras de acuerdo a la variante de forma general de los tubérculos

g. Profundidad de ojos del tubérculo: En la presente investigación, las muestras caracterizadas no mostraron tubérculos con ojos sobresalientes. En la Figura 27, se observa con mayor frecuencia tubérculos con ojos superficiales y ojos con una profundidad media, las cuales representaron el 39.7 por ciento y 32.4 por ciento respectivamente. En la misma figura se aprecia en menor frecuencia tubérculos con ojos profundos y muy profundos, las cuales representaron el 16.2 por ciento y 11.8 por ciento respectivamente.

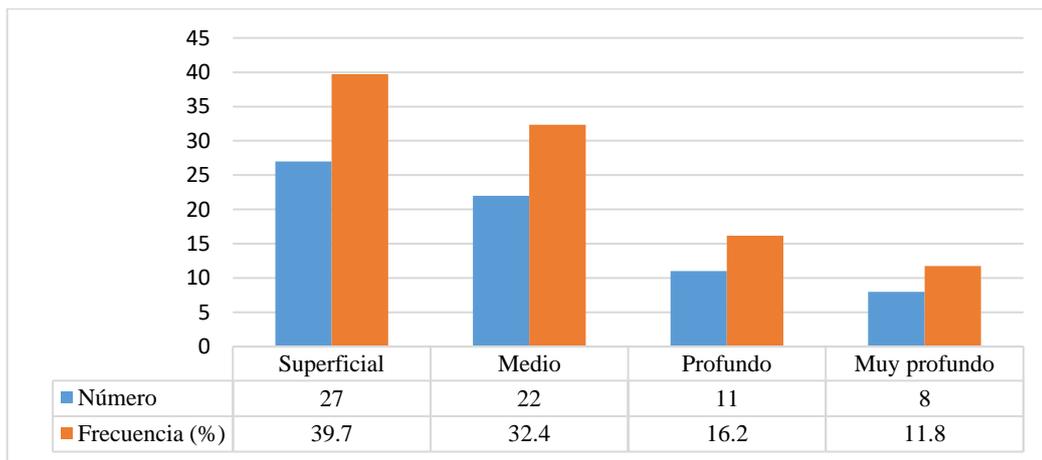


Figura 27: Muestras de acuerdo a la profundidad de ojos de los tubérculos

h. Numero de ojos en el tubérculo: Según la Figura 28, las muestras caracterizadas mostraron con mayor frecuencia ojos numerosos en los tubérculos (44.1 por ciento). Asimismo, se registró tubérculos con un numero de ojos abundantes y mediano, las cuales representaron el 27.9 por ciento y 26.5 por ciento respectivamente. Tan solo la muestra “misi maki” presentó ojos en número escaso.

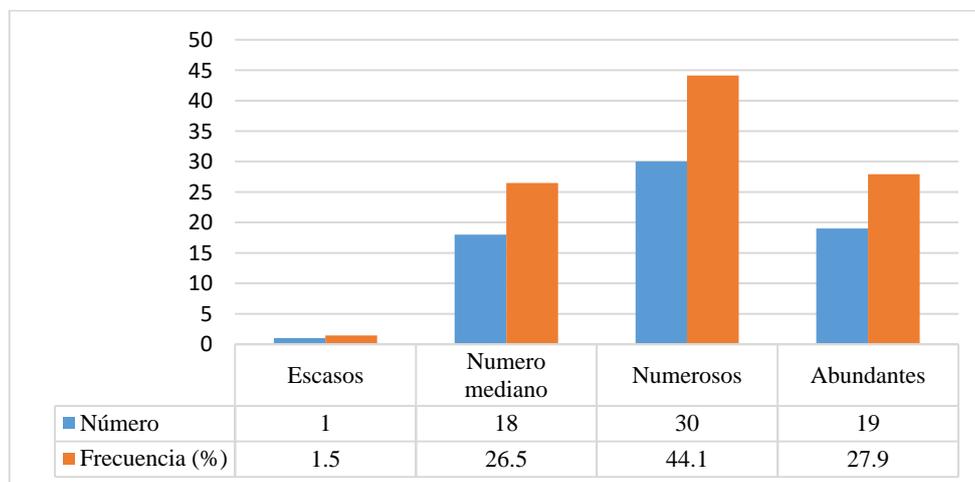


Figura 28: Muestras de acuerdo al número de ojos en los tubérculos

i. Color predominante de la pulpa del tubérculo: Las muestras analizadas mostraron todos los colores predominantes de la pulpa en los tubérculos definidos en el descriptor de papa, con excepción del color violeta. En la Figura 29, se aprecia que las pulpas de los tubérculos analizados presentaron con mayor frecuencia el color predominante blanco (38.2 por ciento). Las muestras con pulpa de color predominante amarillo claro, amarillo y amarillo intenso, representaron en conjunto un 50 por ciento. También, se registró 3 muestras con pulpa crema, 3 muestras con pulpa roja (“sangre de toro”, “docepapa” y “cordovino”) y 2 muestras con pulpa morada (“leona redonda” y “alcarraza negro”).

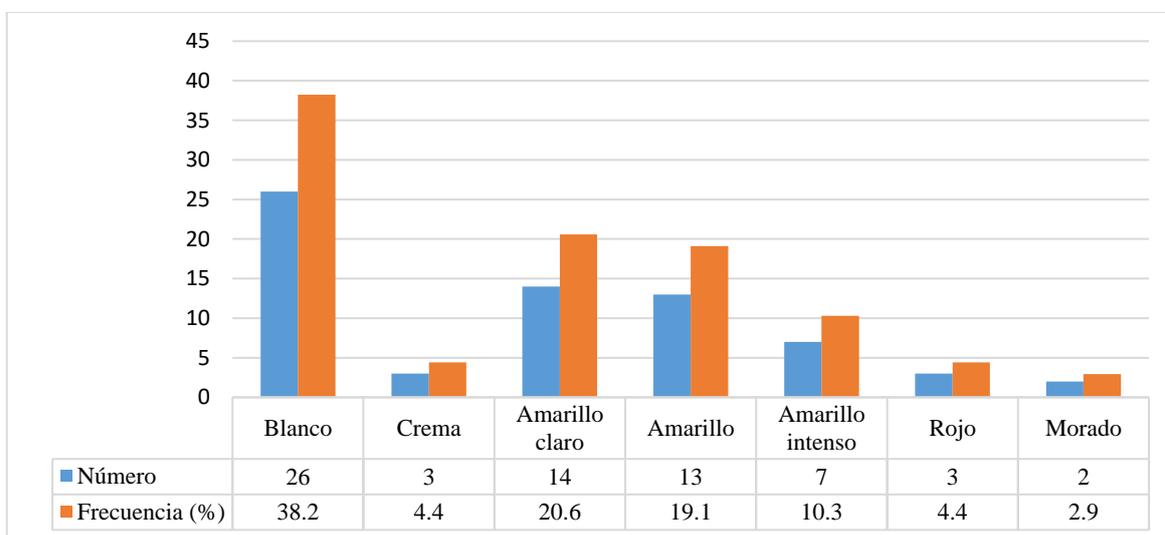


Figura 29: Muestras de acuerdo al color predominante de la pulpa del tubérculo

j. Color secundario de la pulpa del tubérculo: En la Figura 30, se observa que el 69.1 por ciento de las muestras analizadas no contienen color secundario en la pulpa de los tubérculos. Es decir, 47 muestras mostraron tubérculos con pulpa de un solo color, entre los cuales en presentaron las tonalidades blanco y crema en 23 muestras; amarillo claro, amarillo y amarillo oscuro en 21 muestras y rojo en 3 muestras. Las muestras que registraron colores secundarios en la pulpa del tubérculo, mostraron con mayor frecuencia (26.4 por ciento) los colores rojo y morado, mientras que en menor frecuencia (4.4 por ciento) mostraron los colores blanco-crema, rojo y negruzco. No se presentó colores secundarios amarillos, amarillos claros, amarillos intensos ni violeta en la pulpa de los tubérculos.

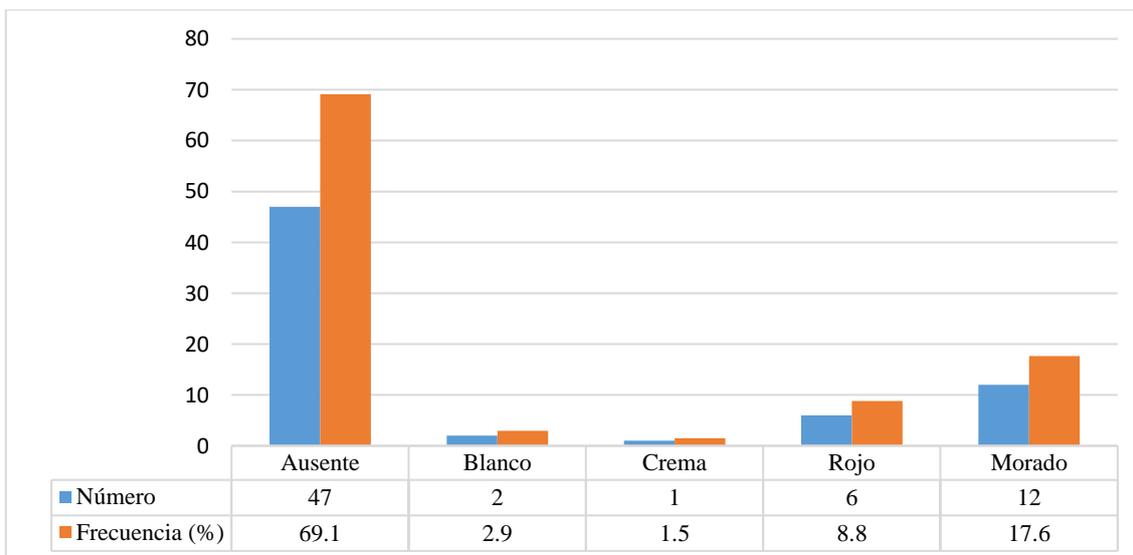


Figura 30: Muestras de acuerdo al color secundario de la pulpa del tubérculo

a. Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo: La distribución de los colores secundarios (morado, rojo, blanco y crema) en la pulpa de los tubérculos se detalla en la Figura 31. Se observa con mayor frecuencia la distribución del color secundario en el anillo vascular y en la medula de los tubérculos con un 14.7 por ciento. También se registró una distribución en forma de anillo vascular angosto y ancho con un 11.8 por ciento. Solo las muestras “muru oco”, “qala suito morado” y “alcarraza negra” mostraron el color secundario distribuido en pocas manchas. No se encontró los tipos de distribución “áreas”, “todo menos medula” ni “salpicado”.

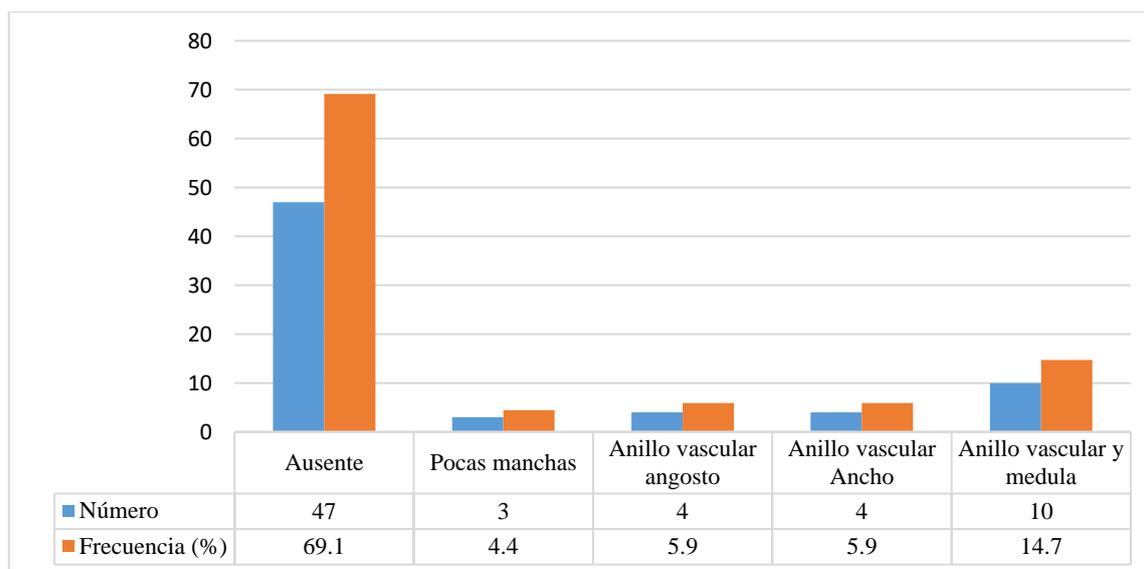


Figura 31: Muestras de acuerdo a la distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo

4.2. Análisis de componentes principales

Con la finalidad de identificar los caracteres o descriptores morfológicos que fueron los mayores responsables de la variabilidad morfológica de la colección de papas nativas, se realizó el Análisis de Componentes Principales (ACP). En primer lugar, dicho análisis generó un número de componentes iguales al número de descriptores empleados en la caracterización. En el presente estudio, se consideró 25 descriptores, por lo tanto, se generó 25 componentes principales. Cabe mencionar, que no se consideró a los descriptores “tipo de disección” (C1) y “pigmentación en las anteras” (C13), debido a que su ausencia entre las muestras caracterizadas, no contribuyen en la variabilidad de la colección en estudio.

En la Tabla 11 y Figura 32 se observa los valores propios y el porcentaje de variación para cada uno de los componentes principales, de las cuales, el primer componente siempre tiene el mayor valor propio (3.70) y porcentaje de variación explicada (14.81). De igual manera, se aprecia que los primeros cinco componentes principales explicaron en gran parte la variabilidad de la colección de papas nativas en estudio al presentar una variación acumulada de 52.83 por ciento.

En segundo lugar, se generó la contribución en la variabilidad de la colección de papas nativas por parte de los descriptores morfológicos en los cinco primeros componentes principales (Tabla 12 y Figura 33). Así mismo, se puede observar el descriptor que tiene mayor contribución en cada uno de los componentes principales. En el primer componente, el descriptor color predominante de la piel del tubérculo aportó con 16.02 por ciento. En el segundo componente, el descriptor color secundario de la pulpa del tubérculo aportó con 14.27 por ciento. En el tercer componente, el descriptor color predominante de la flor aportó con 18.52 por ciento. En el cuarto componente, el descriptor variante de forma del tubérculo aportó con 17.89 por ciento. En el quinto componente, el descriptor pigmentación de pistilo aportó con 19.64 por ciento. Cabe resaltar que los descriptores utilizados en la caracterización de hojas y tallos, contribuyeron en menor proporción a la variabilidad de la colección de papas nativas.

Tabla 11: Valores propios (eigen-value), porcentaje de variación y porcentaje acumulado de variación para 25 componentes principales

| Componentes Principales (CP) | Valor Propio (Eigen-Value) | Porcentaje de variación (%) | Porcentaje acumulado de variación (%) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| CP1 | 3.70 | 14.81 | 14.81 |
| CP2 | 2.99 | 11.95 | 26.76 |
| CP3 | 2.60 | 10.41 | 37.17 |
| CP4 | 2.21 | 8.83 | 46.00 |
| CP5 | 1.71 | 6.83 | 52.83 |
| CP6 | 1.48 | 5.93 | 58.75 |
| CP7 | 1.38 | 5.51 | 64.27 |
| CP8 | 1.31 | 5.22 | 69.49 |
| CP9 | 1.01 | 4.05 | 73.54 |
| CP10 | 0.94 | 3.75 | 77.29 |
| CP11 | 0.86 | 3.43 | 80.71 |
| CP12 | 0.72 | 2.89 | 83.60 |
| CP13 | 0.68 | 2.72 | 86.32 |
| CP14 | 0.61 | 2.44 | 88.75 |
| CP15 | 0.56 | 2.22 | 90.98 |
| CP16 | 0.47 | 1.87 | 92.85 |
| CP17 | 0.38 | 1.53 | 94.38 |
| CP18 | 0.35 | 1.39 | 95.78 |
| CP19 | 0.29 | 1.17 | 96.95 |
| CP20 | 0.24 | 0.98 | 97.93 |
| CP21 | 0.16 | 0.66 | 98.58 |
| CP22 | 0.12 | 0.50 | 99.08 |
| CP23 | 0.09 | 0.37 | 99.45 |
| CP24 | 0.09 | 0.34 | 99.79 |
| CP25 | 0.05 | 0.21 | 100.00 |

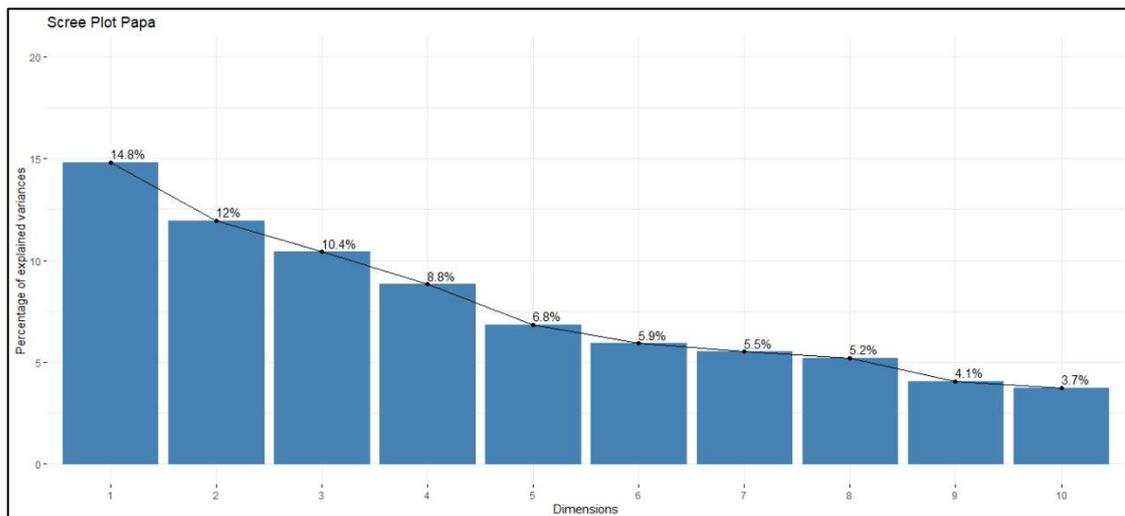


Figura 32: Porcentaje de la varianza explicada de las 10 primeras dimensiones o componentes principales

Tabla 12: Contribución en porcentaje (%) de los descriptores morfológicos en los cinco primeros componentes principales

| | DESCRIPTORES O CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS | COMPONENTES PRINCIPALES (CP) | | | | |
|---|--|-------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | CP1 (14,81%) | CP2 (11,95%) | CP3 (10,45%) | CP4 (8,83%) | CP5 (6,83%) |
| HOJA | Numero de pares foliolos primarios (C2) | 0.11 | 2.84 | 7.21 | 1.64 | 2.78 |
| | Numero de foliolos secundarios (C3) | 0.07 | 9.12 | 4.79 | 0.93 | 6.11 |
| | Numero de foliolos terciarios (C4) | 0.35 | 5.58 | 3.92 | 0.25 | 8.53 |
| TALLO | Color del tallo (C5) | 9.76 | 0.07 | 4.54 | 0.02 | 0.11 |
| | Forma de alas del tallo (C6) | 0.23 | 3.84 | 6.87 | 5.58 | 4.06 |
| FLOR | Grado de floración (C7) | 0.09 | 0.52 | 0.30 | 0.27 | 2.46 |
| | Forma de la corola (C8) | 4.04 | 6.71 | 2.73 | 0.01 | 1.91 |
| | Color predominante de la flor (C9) | 0.07 | 0.00 | 18.52 * | 1.52 | 10.24 |
| | Intensidad del color predominante de la flor (C10) | 1.09 | 0.74 | 7.53 | 0.03 | 9.30 |
| | Color secundario de la flor (C11) | 0.30 | 12.79 | 0.46 | 5.57 | 3.45 |
| | Distribución del color secundario de la flor (C12) | 0.01 | 14.16 | 0.38 | 5.19 | 2.25 |
| | Pigmentación en el pistilo (C14) | 4.82 | 0.35 | 0.13 | 0.69 | 19.64 * |
| | Pigmentación en el pedicelo (C15) | 8.43 | 1.13 | 8.91 | 0.07 | 1.24 |
| | Pigmentación en el cáliz (C16) | 1.11 | 0.04 | 10.88 | 3.77 | 0.45 |
| | TUBERCULO | Color predominante de la piel (C17) | 16.02 * | 0.02 | 0.05 | 1.41 |
| Intensidad del color predominante de la piel (C18) | | 9.53 | 4.91 | 1.23 | 5.90 | 1.75 |
| Color secundario de la piel del tubérculo (C19) | | 4.24 | 0.78 | 7.00 | 10.43 | 0.77 |
| Distribución del color secundario de la piel (C20) | | 6.05 | 1.52 | 7.91 | 3.41 | 0.85 |
| Forma general del tubérculo (C21) | | 1.06 | 1.40 | 0.40 | 1.38 | 6.02 |
| Variante de forma del tubérculo (C22) | | 2.22 | 2.75 | 0.52 | 17.89 * | 0.63 |
| Profundidad de ojos del tubérculo (C23) | | 7.68 | 1.55 | 2.56 | 19.7 | 1.03 |
| Numero de ojos del tubérculo (C24) | | 7.02 | 2.14 | 1.67 | 13.08 | 4.58 |
| Color predominante de la pulpa del tubérculo (C25) | | 1.63 | 0.02 | 1.04 | 0.02 | 5.93 |
| Color secundario de la pulpa (C26) | | 7.1 | 14.27 * | 0.05 | 0.73 | 0.24 |
| Distribución del color secundario de la pulpa (C27) | | 6.98 | 12.74 | 0.39 | 0.5 | 0.05 |

*Descriptores que mostraron mayor contribución de la variabilidad en cada componente principal

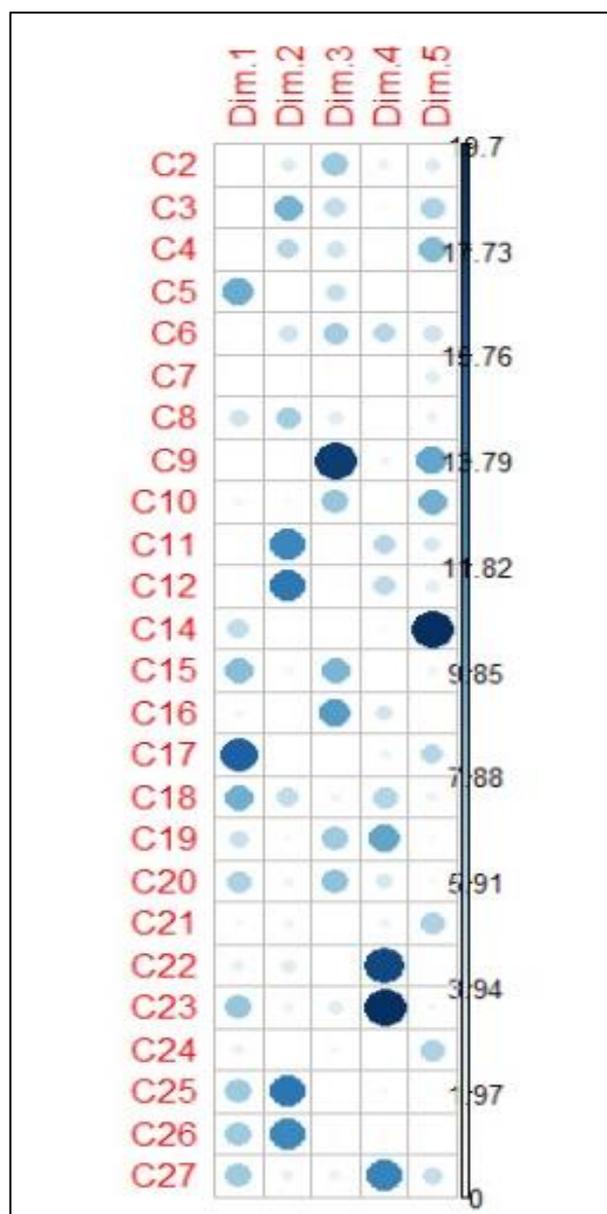


Figura 33: Contribución en porcentaje (%) de los descriptores morfológicos en las cinco primeras dimensiones o componentes principales.

4.3. Análisis de agrupamiento (clúster) de la colección de papas nativas

Durante la descripción morfológica de la colección de 68 muestras de papas nativas, se observaron muestras con características similares. Por ello, fue necesario hacer un análisis clúster con la finalidad de agrupar muestras que compartan características con diversos grados de similitud. Para esto, se elaboró un dendograma (Figura 34), obtenido en base al análisis de los 25 descriptores morfológicos utilizados en el ACP. Como se mencionó, no se consideró a los descriptores “tipo de disección” y “pigmentación en las anteras”, debido a que, no contribuyen en la variabilidad de la colección de papas nativas.

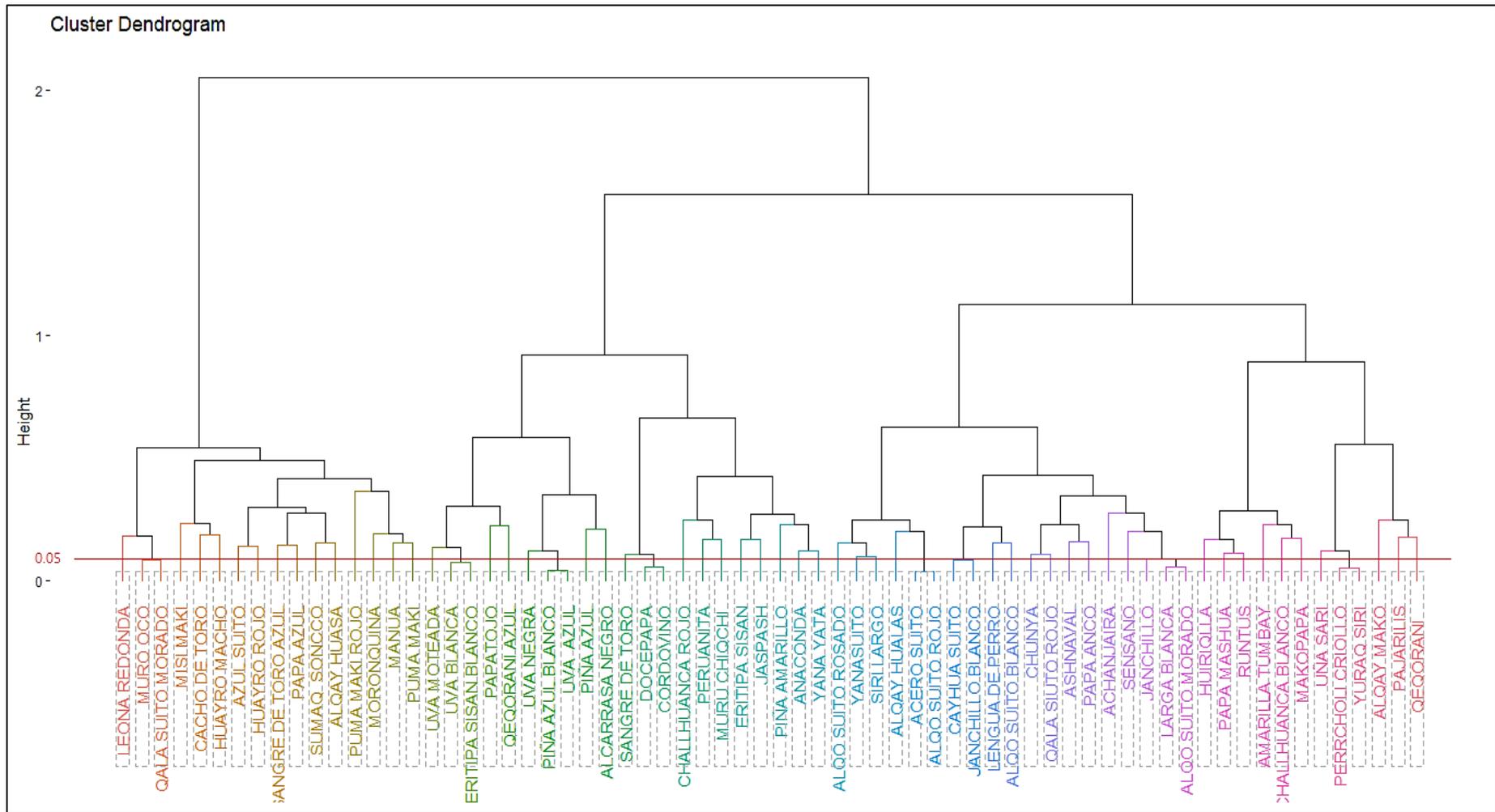


Figura 34: Dendrograma morfológico de la colección de 68 muestras de papas nativas en base al análisis de 25 descriptores a un nivel de distancia 0.05

El agrupamiento se desarrolló mediante el método Gower con modelo estructural jerárquica “Ward” empleando el *software* R. Según la Figura 34, a un nivel de distancia de 2.0 (máximo valor), muestra un solo grupo que corresponde a las muestras de papas nativas colectadas en la comunidad campesina Matipacana. Además, a un nivel de distancia de 1.0 se muestra 4 grupos, las cuales, se describen y analizan a continuación según las variables o descriptores que tuvieron mayor responsabilidad en la variabilidad morfológica (Figura 35, 36, 37, 38 y 39).

GRUPO 1: conformado por 16 muestras que representa el 23.5 por ciento del total de la colección en estudio. Este grupo se caracterizó por mostrar muestras con colores predominantes de piel de tubérculo rojo, rojo morado, morado y negruzco (100 por ciento). En cuanto al color secundario de la pulpa de tubérculo mostraron pigmentación morado y rojo (93.7 por ciento); y pigmentación blanca (6.3 por ciento). Con respecto al color predominante de la flor, las muestras presentaron colores lila, morado y violeta (93.7 por ciento); y pigmentación blanca (6.3 por ciento). En cuanto a la variante de la forma del tubérculo, fue el único grupo en concentrar las 3 muestras con tubérculos de forma variante digitada (18.8 por ciento); también mostraron formas variantes tuberosado y concertinado (18.8 por ciento); fusiforme (6.3 por ciento); falcado (6.3 por ciento); aplanado (6.3 por ciento); y una gran ausencia de forma de variante (43.8 por ciento). Con respecto a la pigmentación del pistilo, el grupo presentó la única muestra de la colección con pigmentación en la pared externa e interna (6.3 por ciento); pigmentación en la pared interna (87.4 por ciento); y sin pigmentación (6.3 por ciento).

GRUPO 2: conformado por 21 muestras que representa el 30.9 por ciento del total de la colección de papas nativas. Este grupo se caracterizó por mostrar diversas tonalidades de colores predominantes en la piel de tubérculo como morado y negruzco (42.9 por ciento); rojo y naranja (33.3 por ciento); blanco crema y amarillo (23.8 por ciento). En cuanto al color secundario de la pulpa del tubérculo se encontró la única muestra que presentó color crema (4.8 por ciento); también mostro color blanco (4.8 por ciento); y una ausencia de pigmentación (90.5 por ciento). Con respecto al color predominante de la flor, fue el único grupo en concentrar las 2 muestras con pigmentación rojo-morado (9.5 por ciento); muestras con colores lila, morado y violeta (76.2 por ciento); y pigmentación blanca (14.3 por ciento). En cuanto a la variante de la forma del tubérculo, este grupo mostro en mayor proporción concertinado y tuberosado (76.2 por ciento); ausencia (19 por ciento); y muestras con

variante de forma fusiforme (4.8 por ciento). Con respecto a la pigmentación de pistilo, el grupo presentó muestras con pigmentación en la pared interna del ovario (42.9 por ciento); y ausencia de pigmentación (57.1 por ciento).

GRUPO 3: conforma por 19 muestras que representa el 27.9 por ciento del total de la colección en estudio. En este grupo se observó muestras con colores predominantes en la piel de tubérculo rojo, rojo-morado y morado en mayor proporción (63.2 por ciento) con excepción del color negruzco; también se observó más muestras con piel de color amarillo que el grupo 2 (36.8 por ciento). Con respecto al color secundario de la pulpa del tubérculo, el grupo se caracterizó por presentar muestras sin pigmentación (100 por ciento). En cuanto al color predominante de la flor, el grupo mostro solo tonalidades lila, morado y violeta (100 por ciento). Con respecto a la forma variante del tubérculo, el grupo 3 fue el único en no presentar la variante tuberosado, mostró la forma fusiforme y falcado (26.4 por ciento); aplanado y clavado (57.9 por ciento); y ausencia (15.8 por ciento). En cuanto a la pigmentación del pistilo, el grupo presentó la única muestra con pigmentación en la pared externa del ovario (5.3 por ciento); también se observó muestras con pigmentación en la pared interna del ovario (84.2 por ciento); y una ausencia de pigmentación (10.5 por ciento).

GRUPO 4: conformado por 12 muestras que representa el 17.6 por ciento del total de la colección de papas nativas, siendo el grupo con menor número de muestras. Este grupo se caracterizó por presentar muestras con colores predominante en la piel del tubérculo blanco crema, amarillo y anaranjado (100 por ciento), tonalidades más claras que el resto de grupos. Con respecto al color secundario de la pulpa del tubérculo, el grupo presento tonalidades rojo y morado (25 por ciento), dichas tonalidades también se mostraron en el grupo 1 pero no en el grupo 2 y 3; además se encontró muestras sin pigmentación (75 por ciento). De acuerdo al color predominante de la flor, el grupo 4 al igual que el resto de grupos mostraron tonalidades lila, morado y violeta (66.7 por ciento); y también tonalidad blanca (33.3 por ciento). En cuanto a la forma de variante del tubérculo, el grupo mostró tubérculos con forma variante aplanado y clavado (41.7 por ciento); ausencia de variante (50 por ciento); y de forma tuberosada (8.3 por ciento). Con respecto a la pigmentación de pistilo, el grupo 4 fue el único en tener a todas las muestras sin pigmentación (100 por ciento).

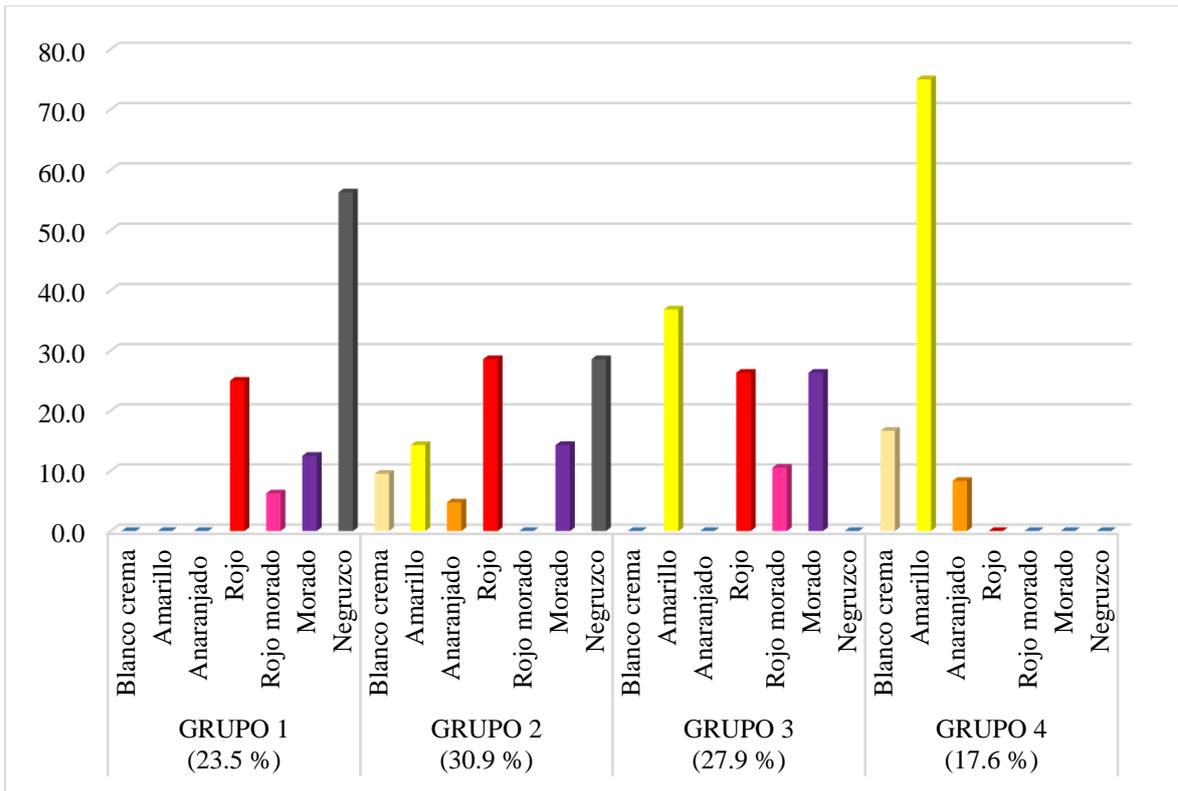


Figura 35: Diferencias en los estados o escalas de la variable “color predominante del tubérculo” en los cuatro grupos conformados.

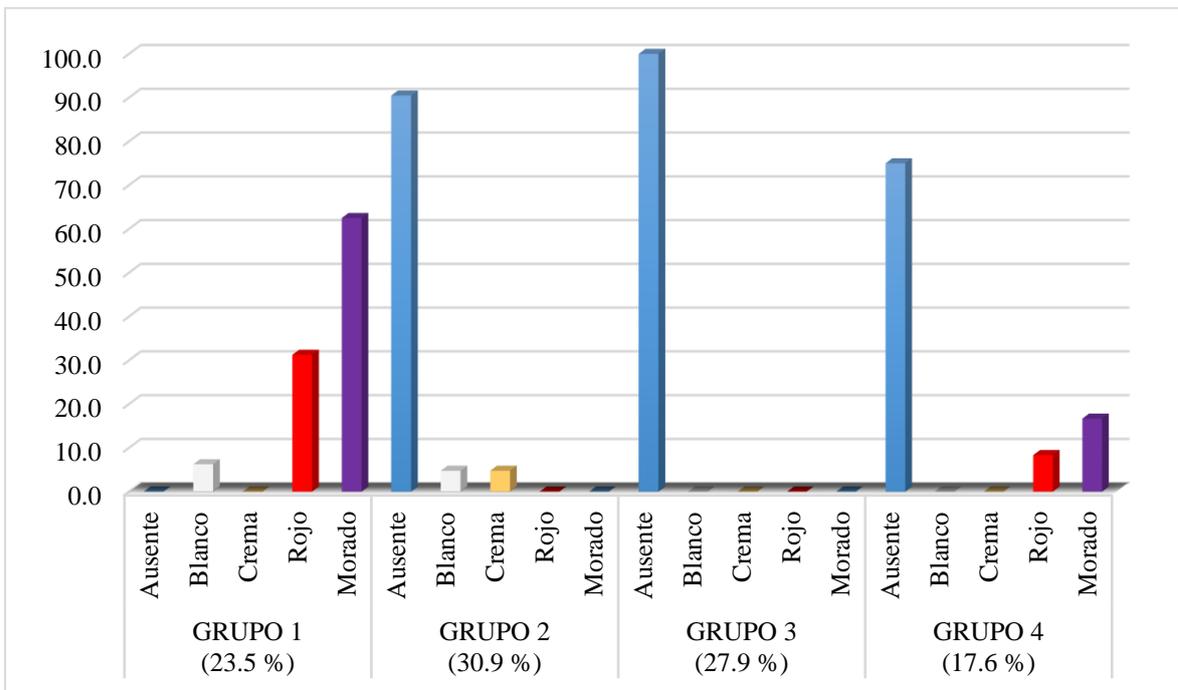


Figura 36: Diferencias en los estados o escalas de la variable “color secundario de la pulpa de los tubérculos” en los cuatro grupos conformados.

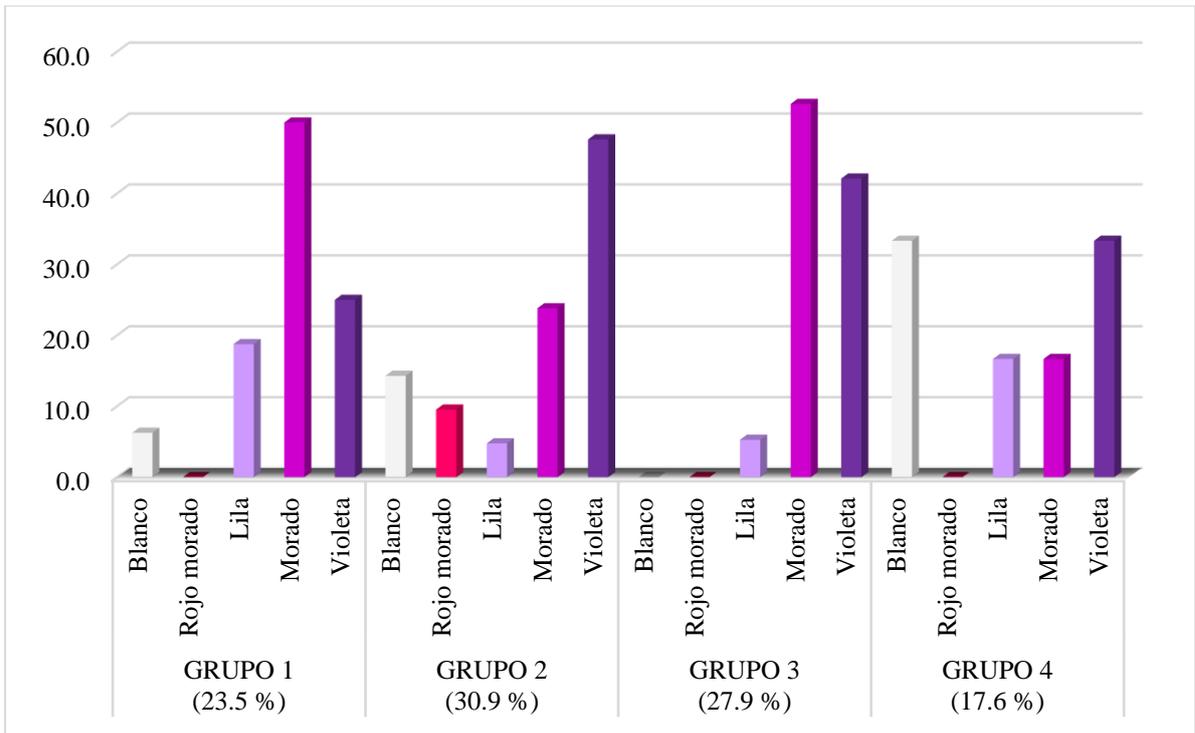


Figura 37: Diferencias en los estados o escalas de la variable “color predominante de la flor” en los cuatro grupos conformados.

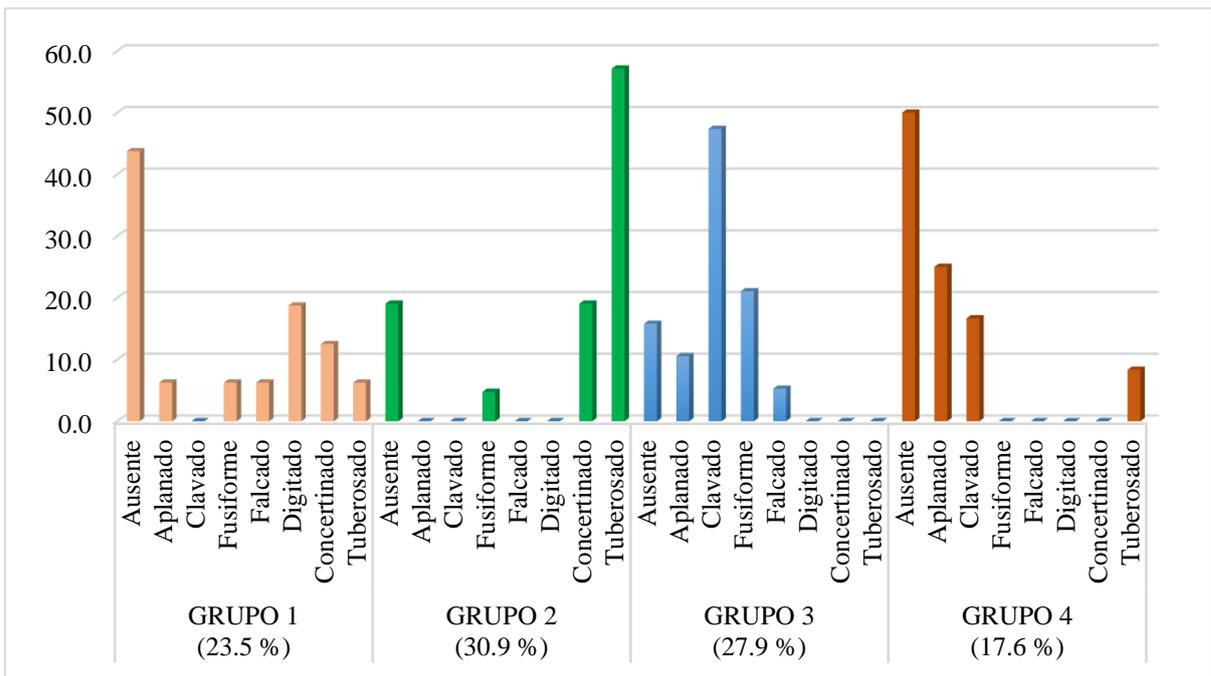


Figura 38: Diferencias en los estados o escalas de la variable “forma variante del tubérculo” en los cuatro grupos conformados.

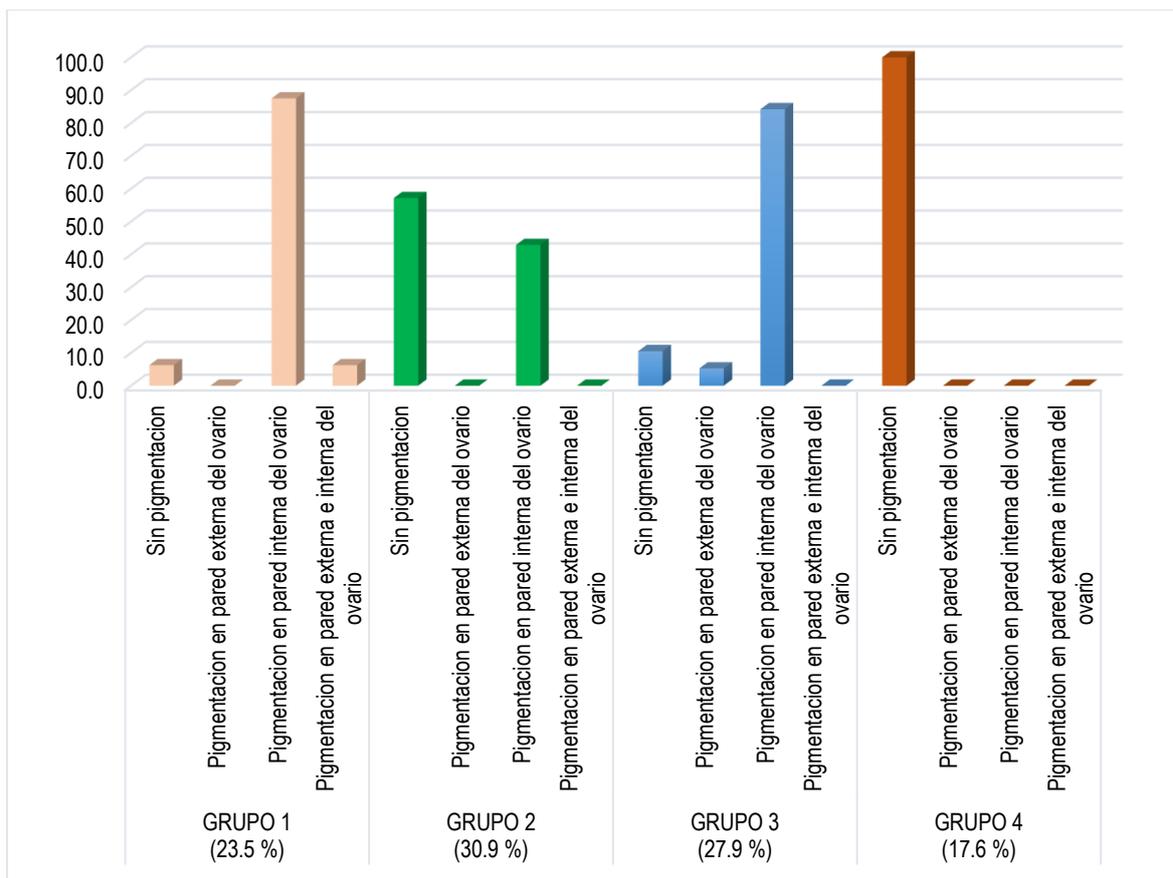


Figura 39: Diferencias en los estados o escalas de la variable “forma variante del tubérculo” en los cuatro grupos conformados

4.3.1. Análisis de agrupamiento en pares

A un nivel de distancia de hasta 0.05 (muy cercano a cero), se formó 8 pares de muestras que presentaron hasta 7 diferencias de caracteres morfológicos dentro de cada par. Sin embargo, se realizó un segundo agrupamiento, con la finalidad de obtener las muestras con la mayor similitud y se identificó 2 pares de muestras, las cuales, presentaron solo 4 características morfológicas distintas. Cabe resaltar que, en el presente estudio, no se halló duplicados a un nivel de distancia cero.

El primer par de muestras con mayor similitud está conformado por “piña azul blanco” y “uva azul” (Figura 40). Ambas muestras pertenecen al GRUPO 1 y compartieron 23 características morfológicas: En la caracterización de las hojas presentaron cinco pares de folíolos primarios, dos pares de folíolos secundarios y ausencia de pares de folíolos terciarios. Mostraron tallos pigmentados con poco verde con ausencia de alas, pedicelos ligeramente pigmentados a lo largo y en la articulación. Con respecto a la caracterización de

flores, presentaron floración moderada, corola rotácea, flores de color predominante violeta, color secundario blanco distribuido en el envés, anteras sin pigmentación y pared interna del ovario pigmentado. En los tubérculos presentaron pieles de color predominante negruzco intenso, con color secundario rojo distribuido en los ojos, forma tuberosada, color predominante de pulpa amarillo intenso, color secundario de pulpa y distribución ausente, con numero de ojos abundantes y muy profundos.

Sin embargo, las muestras mostraron diferencias en 4 descriptores. Se encontró una diferencia en los tubérculos, la muestra “piña azul blanco” mostró una forma general de tubérculo oblongo, mientras que la muestra “uva azul” presentó tubérculos de forma oblongo alargado. También, se encontró 3 diferencias en la caracterización de flor, la muestra “piña azul blanco” presentó un color predominante de flor violeta con una intensidad pálido y un color de cáliz morado, mientras que la muestra “uva azul” presentó un color predominante de flor morado con una intensidad intermedia y un color de cáliz pigmentado con poco verde.



“piña azul-blanco”



“uva azul”



“piña azul blanco”



“uva azul”

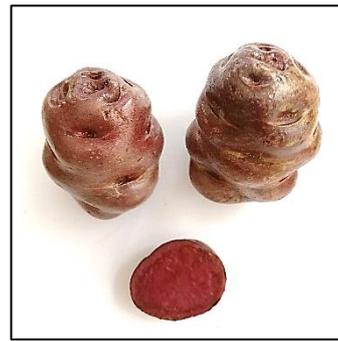
Figura 40: Primer par de muestras conformado por “piña azul blanco” y “uva azul” a un nivel de distancia de hasta 0.05 con 4 caracteres diferentes.

El segundo par de muestras de mayor similitud está conformado por las muestras “docepapa” y “cordovino” (Figura 41), las cuales pertenecen al GRUPO 2. Las muestras de este segundo par mostraron similitud en 23 características morfológicas destacando el que en ambas muestras se registró ausencia de foliolos terciarios. Tallos verdes con pocas manchas y ausencia de alas, pedicelos ligeramente pigmentados a lo largo y en la articulación. En la caracterización de flores presentaron, corola rotácea, flores de color predominante blanco pálido, color secundario ausente, anteras sin pigmentación y pared interna del ovario pigmentado. Tubérculos con piel de color predominante rojo intenso, color secundario ausente, de forma oblongo con variante tuberosado, color predominante de pulpa rojo, color secundario de pulpa y distribución ausente, con numero de ojos abundantes y profundos.

Sin embargo, ambas muestras mostraron diferencias en 4 descriptores. Se encontró 2 diferencias en la caracterización de hojas, la muestra “docepapa” presentó hojas con seis foliolos primarios con dos pares de foliolos secundarios, mientras que la muestra “cordovino” presentó cinco pares de foliolos primarios con un par de foliolo secundario. En la caracterización del tallo se encontró que “cordovino” presentó cáliz pigmentado con mucho verde, mientras que “docepapa” presentó cáliz pigmentado con poco verde. Finalmente, se encontró una diferencia en la floración que fue moderada en “docepapa” y profusa en “cordovino.



“docepapa”



“cordovino”



“docepapa”



“cordovino”

Figura 41: Segundo par de muestras conformado por “docepapa” y “cordovino” a un nivel de distancia de hasta 0.05 con 4 caracteres diferentes.

En la presente investigación, las muestras que tuvieron más de 4 características diferentes, han sido considerados como diferentes entre sí. Los 2 pares de muestras mencionados con la más alta similitud deberán ser objetos para una segunda caracterización morfológica minuciosa para corroborar los resultados o hallar otros resultados a favor de que se consideren como duplicados.

V. CONCLUSIONES

1. Existe una alta variabilidad morfológica en las papas nativas cultivadas en la comunidad campesina Matipacana. Las 68 muestras analizadas mostraron ser distintas en al menos 4 de 27 descriptores morfológicos.
2. Todos los descriptores morfológicos contribuyeron en la variabilidad de la colección de papas nativas en estudio con excepción de los descriptores “tipo de disección” y “pigmentación en las anteras”.
3. El análisis de componentes principales identificó que el color predominante de la piel y el color secundario de la pulpa del tubérculo, el color predominante de la flor, las formas variantes del tubérculo y la pigmentación de pistilo fueron los descriptores morfológicos que contribuyeron en mayor proporción a la variabilidad total.
4. En el análisis de agrupamiento (cluster), a un nivel de distancia cero no se encontró ningún caso de duplicidad. Sin embargo, a un nivel de distancia de 0.05 (muy cercano a cero), el par de muestras “docepapa” y “cordovino” y el par “piña azul blanco” y “uva azul” podrían tratarse de posibles duplicados.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere continuar con la caracterización morfológica de todas las muestras de papas nativas del presente estudio con la finalidad de dar mayor solidez a los resultados, brindando mayor atención a las muestras “docepapa” y “cordovino”.
2. Se recomienda realizar la caracterización mediante el empleo de marcadores moleculares, con la finalidad de tener mayor respaldo en los resultados de la caracterización morfológica.
3. Realizar trabajos de homologación de las muestras de papas nativas estudiadas con colecciones previamente caracterizados en la Región Huancavelica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albornoz, G. (1974). Origen-importancia-morfología y taxonomía de la papa. Primer curso nacional sobre la tecnología del cultivo de papa. Quito.
- Amat, J. (2017). Análisis de Componentes Principales (Principal Component Analysis, PCA) y t-SNE
- Aparco, H. (2017). Caracterización fenotípicas de papas nativas cultivadas (*Solanum* sp.) en el anexo de Cruz Pata, distrito y provincia de Castrovirreyna - Huancavelica. Acombamba: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Bravo, M. (2015). Caracterización agrobotánica de 198 entradas de papa nativa (*Solanum* spp.) en el sector Chiriunuyoq- K' Ayra Distrito de San Jerónimo - Cusco. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía.
- Bramardi, S. (2002). Análisis multivariado y su aplicación en la caracterización de recursos genéticos. Argentina, Facultad de Ciencia Agrarias, Universidad Canahue, estación experimental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 60p.
- Carlos, R. (2016). Caracterización morfológica y biometría de hojas y flores de papas nativas (*Solanum* sp) cultivadas en la región Pasco. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Centro Internacional de la Papa. (2016). Catálogo de variedades de papa nativa de Chugay, La Libertad – Perú.
- Cruz, S. (2001). Conservación *in situ* de papas cultivadas (*Solanum* spp.) en la microcuencia de Ragra cancha, Distrito de Quisqui, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco. Tesis Bióloga, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- De La Fuente S. (2011). Análisis de conglomerados. Madrid, España, Universidad Autónoma de Madrid. Libro electrónico.

- Dongo, A. (2017). Descripción metodológica del análisis clúster utilizando el algoritmo de ward
- Durand, M. (2012). Descripción morfológica y fisio-agronómica de cultivares de papa nativa (*Solanum* spp.) colectadas en el Centro Poblado de Pomamanta, Comas, Junín. Tesis Mag. Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Postgrado. Maestría en Producción Agrícola. Lima, Perú. 131 p.
- De Haan, S. & Galarza, C. (2006). Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica – Perú. CIP
- Egúsqiza, R. (1991). Taxonomía y botánica de la papa cultivada. Cusco. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Egúsqiza, R. (2000). La papa, producción, transformación y comercialización. Lima: MSP.UNALM/ADEX.USAID.
- Egúsqiza, R. (2014). La papa en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Egúsqiza, R. (2015). Catalogo de papas nativas cultivadas en Huánuco. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Egúsqiza, R., Amésquita, W. & Alcalde, S. (2018). Papas nativas cultivadas en Chicla y San Mateo, Huarochirí - Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Figuroa, M. (2006). La conservación in situ de la papa (*Solanum* spp.) en la microcuenca de warmiragra (1950 – 2004), distrito de Tomayquichua, Provincia de Ambo, Región Huánuco. Tesis biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Flores, R. (2017). Variación temporal de la calidad de agua en la bocatoma “la atarjea”, río rímac (2009-2015)
- Fonseca, C., Burgos, G., Rodríguez, F., Muñoz, L. & Ordinola, M. (2014). Catálogo de variedades de papa nativa con potencial para la seguridad alimentaria y nutricional. Centro Internacional de la Papa
- Franco, E. (1994). Catalogo de semilla Básica de la Papa en el Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Proyecto SEINPA.

- Franco TL, Hidalgo R. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI)
- Gómez, R. (2000). Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas. Lima: Centro Internacional de la Papa.
- Gómez, R. & Roca, W. (2008). Papas nativas del Perú: catalogo de variedades y usos gastronómicos. Ministerio de Agricultura, Lima.
- Gutiérrez, R. (2016). Caracterización morfológica y biometría de hojas y flores de papas nativas (*solanum sp.*) cultivadas en la región Pasco.
- Gutiérrez, R. & Valencia, C. (2010). Las papas nativas de Canchis. FONTAGRO.
- Hair J., Black B., Babin B., Anderson R. y Tatham R. (1992). Multivariate data analysis. Nueva York: Millan. 544p.
- Hanco, J., Blas, R., Quispe, M. & Ugás, R. (2008). Pampacorral: Catálogo de sus papas nativas. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hartl, D. & Jones, E. (2009). Genetics: Analysis of Genes and Genomes. 7th Ed. Bartler Publishers, Canada.
- Hawkes, J. (1990). The potato: Evolution, biodiversity and genetic resources . Oxford, London: Belhaven Press.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, V. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Revista biociencias. México: Universidad Autónoma de Nayarit
- Hinostroza, F., Medez, J. (2009). Botánica y morfología de la papa. Boletín INIA - Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias N° 193.
- Huamán, E. (1986). Botánica sistemática y morfología de la papa. . Lima-Perú: CIP.
- INIA. (1994). Catálogo de semilla básica en el Perú. Lima: SEINPA.
- Kumar, V. & Steinbach, M. (2006). Introduction to Data Mining. Harlow, England, Pearson. 725p.

- López J. A. e Hidalgo, M. D. (1994). Análisis de conglomerados. En: Ato, M. y López, J. J. (eds.). Fundamentos de estadística con Systat. Addison Wesley Iberoamericana. p. 505-532.
- Mendoza, H., & Mosquera, V. (2001). Selección de variedades de papa, método para la evaluación de material genético avanzado. Lima: UNALM-INCAGRO-CIP.
- Misarayme, F. (2018). Evaluación morfológica y rendimiento de diez accesiones de papa nativa (*Solanum spp*), a 4300 m.s.n.m. Vinchos - Ayacucho - 2016. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía .
- Morera, J. (1995). Caracterización, evaluación y conservación de germoplasma. Encuentro Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biodiversidad. Comisión Nacional de Recursos Genéticos. Universidad de Panamá.
- Muñoz, G. (2019). Estudio de distancias para datos mixtos para análisis visual de datos multidimensionales.
- Núñez, C. y Escobedo, D. (2011). Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. En: *Agronomía Mesoamericana*, 22(2). 415-427 p.
- Palomino, T. (2014). Caracterización morfológica de la diversidad ~ de papas nativas en la comunidad campesina de santa rosa de pachaclla - yauli - huancavelica.
- Pedret R., Sagnier L., Camp F. (2003). Herramientas para segmentar mercados y posicionar productos. Barcelona, España, Planeta. 329p.
- Quispe, R. (2018). Evaluación de la diversidad genética de papa nativa cultivada (*Solanum sp*) en la comunidad campesina de Chanquil del Distrito de Rosario Provincia de Acobamba - Huancavelica . Acobamaba, Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica .
- Raime, L., y Cheyva, D. (S.F). Caracterización campesina de variedades de papa en comunidades conservacionistas de Paucartambo. Proyecto Conservación In Situ de Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres. 10p.
- Rodríguez, L. (2009). Teorías sobre clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum L. sect, Petota Dumort.*): Una revisión. *Rev. Agronomía Colombiana*, 305-312.

- Rodríguez et, al. (2010). Efecto de Diferentes Niveles y Épocas de Defoliación Sobre el Rendimiento de la Papa (*Solanum tuberosum* cv. Parda Pastusa). Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Básicas, Colombia.
- Roldán, A., Medina, T. (2016). Descriptores mínimos de papa (*Solanum* sp.) para el registro nacional de la papa nativa peruana. Lima, Perú.
- Roldán, A., Ladislao, P., Rice A., (2019). Catálogo de variedades de papa nativa de las regiones de Apurímac, Cusco y Puno - Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Sánchez, C. (2003). Cultivo y Comercialización de la Papa. Lima.
- Selkoe, K., Toonen, R. (2006). Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. *Ecology letters* 9(5): 615-29.
- Silvera, W. (2018). Caracterización morfológica de papas nativas (*Solanum* spp) de la provincia de Andahuaylas. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Spooner, D., Mc Lean, K., Ramsay, G., Waugh, R., & Bryan, G. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *PNAS*, 102(41), 14694-14699.
- Tapia, E. y De la Torre, A. (1992). La mujer campesina y las semillas andinas: género y el manejo de los recursos genéticos. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), Roma.
- Torres, T. (2015). Colecta, caracterización fenotípica, productividad de papas nativas (*Solanum tuberosum* ssp andígena Juz. et Buk) de zonas andinas en el centro del país. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Agronomía .
- Uriel, E. y Aldás, J. (2005). Análisis multivariante aplicado. International Thomson Editores Spain. Madrid, España.
- Valladolid, J. (2005). Importancia de la conservación in situ de la diversidad y variabilidad de las plantas nativas cultivadas y sus parientes silvestres y culturales en la región andina amazónica del Perú. Lima: PRATEC.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Coordenadas geográficas de la ubicación de los almacenes de las muestras de papas nativas

| Nombre local | Conservador | Edad | D.N.I. | Nombre local | Coordenadas geograficas | | |
|------------------|----------------------|------|----------|------------------|-------------------------|-----------|---------|
| | | | | | Latitud | Longitud | Altitud |
| uva blanca | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | uva blanca | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| acero suiteo | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | acero suiteo | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| leona redonda | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | leona redonda | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| anaconda | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | anaconda | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| piña azul | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | piña azul | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| chunya | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | chunya | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| lengua de perro | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | lengua de perro | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| moronquina | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | moronquina | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| papa mashua | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | papa mashua | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| yana yata | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | yana yata | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| alqo suiteo rojo | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | alqo suiteo rojo | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| piña azul blanco | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | piña azul blanco | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| uva negra | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | uva negra | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| manua | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | manua | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| sumaq soncco | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | sumaq soncco | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| muro oco | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | muro oco | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| misi maki | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | misi maki | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| sensano | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | sensano | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| piña amarillo | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | piña amarillo | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| sangre de toro | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | sangre de toro | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| pajarilis | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | pajarilis | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| alqay huasa | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | alqay huasa | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |

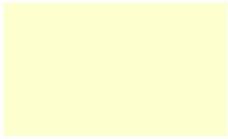
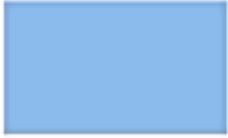
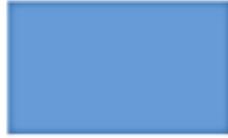
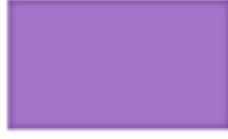
Continuación...

| | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------|----|----------|---------------------|-----------|-----------|------|
| peruanita | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | peruanita | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| cacho de toro | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | cacho de toro | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| sangre de toro azul | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | sangre de toro azul | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| runtus | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | runtus | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| challhuanca blanco | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | challhuanca blanco | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| challhuanca rojo | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | challhuanca rojo | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| qeqorani | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | qeqorani | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| uva moteada | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | uva moteada | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| papa azul | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | papa azul | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| azul suito | Guillermo Taipe Boza | 45 | 23262815 | azul suito | 12°47'32" | 74°51'35" | 3732 |
| yanasuito | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | yanasuito | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| eritipa sisan | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | eritipa sisan | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| puma maki rojo | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | puma maki rojo | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| larga blanca | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | larga blanca | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| achanjaira | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | achanjaira | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| uva azul | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | uva azul | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| murú chicchi | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | murú chicchi | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| jaspash | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | jaspash | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| alqo suito rojo | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | alqo suito rosado | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| docepapa | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | docepapa | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| papatojo | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | papatojo | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| janchillo | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | janchillo | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| alqo suito blanco | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | alqo suito blanco | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| alqo suito morado | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | alqo suito morado | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| qala siuto rojo | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | qala siuto rojo | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| qala suito morado | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | qala suito morado | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| puma maki | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | puma maki | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |
| cordovino | Luis Alberto Quispe Salvatierra | 50 | 23254495 | cordovino | 12°47'25" | 74°51'54" | 3630 |

Continuación...

| | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|----|----------|----------------------|-----------|-----------|------|
| qeqorani azul | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | qeqorani azul | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| makopapa | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | makopapa | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| cayhua suito | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | cayhua suito | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| siri largo | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | siri largo | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| eritipa sisan blanco | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | eritipa sisan blanco | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| ashnaval | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | ashnaval | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| alcarrasa negro | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | alcarrasa negro | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| papa anco | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | papa anco | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| huayro rojo | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | huayro rojo | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| huiqilla | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | huiqilla | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| alqay mako | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | alqay mako | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| amarilla tumbay | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | amarilla tumbay | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| perricholi criollo | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | perricholi criollo | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| alqay hualas | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | alqay hualas | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| uña sari | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | uña sari | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| janchillo blanco | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | janchillo blanco | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| yuraq siri | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | yuraq siri | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |
| huayro macho | Lorenzo Espinoza Paitan | 80 | 23250733 | huayro macho | 12°47'18" | 74°51'34" | 3690 |

Anexo 2: Tabla de doble entrada para colores de flor de papa

| | Intensity - Intensidad | | |
|---|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
| 8 |  |  |  |

Anexo 3: Tabla de colores para tubérculos de papa

| | Intensity - Intensidad | | |
|---|------------------------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Anexo 4: Matriz Básica de Datos (MBD) de 68 muestras de papas nativas utilizando 27 descriptores morfológicos

| Nombre Local | Componente Principal | | | | | Hoja | | | | Tallo | | Flor | | | | | | | | Tuberculo | | | | | | | |
|----------------------|----------------------|---|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 0 | 8 | 1 | 0 | 3 | 6 | 2 | 0 | 1 | 3 | 5 | 5 | 1 | 1 | 3 | 0 | 4 | 5 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 |
| makopapa | 1 | 0 | 8 | 1 | 0 | 3 | 6 | 2 | 0 | 1 | 3 | 5 | 5 | 1 | 1 | 3 | 0 | 4 | 5 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 |
| papatojo | 1 | 0 | 8 | 9 | 0 | 3 | 5 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 7 | 1 | 0 | 3 |
| uva moteada | 1 | 0 | 8 | 9 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 2 | 8 | 4 | 7 | 9 | 3 | 0 | 4 |
| pajarilis | 1 | 6 | 7 | 0 | 0 | 3 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 | 1 | 3 | 0 | 4 | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 |
| runtus | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 1 | 1 | 5 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 7 | 5 | 2 | 0 | 3 |
| papa mashua | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 5 | 4 | 0 | 2 |
| amarilla tumbay | 2 | 0 | 6 | 0 | 0 | 3 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 7 | 5 | 1 | 1 | 7 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 6 | 5 | 2 | 0 | 3 |
| challuanca blanco | 2 | 0 | 6 | 2 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 7 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 3 | 4 | 0 | 2 |
| acero suito | 2 | 0 | 7 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 1 | 7 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 2 | 8 | 4 | 8 | 3 | 1 | 0 | 3 |
| alqo suito rojo | 2 | 0 | 7 | 2 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 3 | 1 | 5 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 5 | 2 | 6 | 1 | 8 | 3 | 3 | 0 | 3 |
| alqo suito blanco | 2 | 0 | 7 | 2 | 3 | 3 | 6 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 2 | 0 | 0 | 8 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| siri largo | 2 | 0 | 7 | 2 | 3 | 3 | 5 | 1 | 0 | 2 | 2 | 5 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 2 | 6 | 4 | 8 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| alqo suito rosado | 2 | 0 | 7 | 4 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 2 | 7 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 2 | 6 | 4 | 8 | 3 | 1 | 0 | 3 |
| perricholi criollo | 2 | 0 | 8 | 0 | 0 | 3 | 6 | 2 | 1 | 1 | 2 | 7 | 7 | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 5 | 2 | 8 | 6 | 2 | 3 | 1 | 0 | 3 |
| uña siri | 2 | 0 | 8 | 0 | 0 | 3 | 6 | 3 | 1 | 1 | 3 | 7 | 5 | 2 | 1 | 3 | 0 | 4 | 5 | 1 | 8 | 7 | 2 | 3 | 3 | 0 | 3 |
| yuraq siri | 2 | 0 | 8 | 1 | 0 | 3 | 6 | 2 | 1 | 2 | 3 | 7 | 7 | 1 | 1 | 3 | 0 | 4 | 5 | 2 | 8 | 7 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 |
| alqay hualas | 2 | 0 | 8 | 4 | 0 | 3 | 5 | 3 | 0 | 2 | 2 | 7 | 7 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 7 | 2 | 8 | 5 | 7 | 3 | 4 | 0 | 2 |
| yanasuito | 2 | 0 | 8 | 4 | 3 | 3 | 5 | 1 | 0 | 5 | 3 | 5 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 5 | 2 | 8 | 4 | 8 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| qeqorani azul | 2 | 0 | 8 | 8 | 0 | 3 | 6 | 2 | 1 | 7 | 2 | 5 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 2 | 8 | 4 | 7 | 5 | 1 | 0 | 3 |
| uva blanca | 2 | 0 | 8 | 9 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 2 | 8 | 4 | 2 | 9 | 3 | 0 | 4 |
| eritipa sisan blanco | 2 | 0 | 8 | 9 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 2 | 8 | 4 | 6 | 7 | 4 | 0 | 4 |
| qeqorani | 2 | 7 | 1 | 0 | 0 | 3 | 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 5 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 7 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| alqay mako | 2 | 7 | 7 | 1 | 0 | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 2 | 5 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 2 | 9 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| huiiriqlla | 3 | 0 | 1 | 9 | 0 | 3 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 | 7 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 0 | 3 |
| piña amarillo | 3 | 0 | 3 | 8 | 0 | 3 | 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 7 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 6 | 2 | 0 | 0 | 6 | 5 | 5 | 0 | 4 |
| sangre de toro | 6 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 6 | 1 | 0 | 2 | 1 | 7 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 3 | 0 | 0 | 6 | 5 | 6 | 0 | 3 |
| docepapa | 6 | 0 | 1 | 9 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 2 | 1 | 5 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 0 | 0 | 6 | 7 | 6 | 0 | 4 |

Continuación...

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cordovino | 6 | 0 | 1 | 9 | 3 | 3 | 5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 7 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 3 | 0 | 0 | 6 | 7 | 6 | 0 | 4 |
| peruanita | 6 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 7 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 | 3 | 2 | 5 | 2 | 5 | 5 | 0 | 3 |
| achanjaira | 6 | 0 | 6 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 | 0 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 1 | 1 | 5 | 3 | 3 | 4 | 0 | 2 |
| challhuanca rojo | 6 | 0 | 7 | 0 | 0 | 3 | 6 | 2 | 1 | 7 | 1 | 5 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 3 |
| lengua de perro | 6 | 0 | 7 | 2 | 3 | 3 | 6 | 2 | 1 | 5 | 2 | 5 | 7 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 4 | 2 | 0 | 0 | 8 | 3 | 3 | 0 | 2 |
| sensano | 6 | 0 | 7 | 5 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 6 | 2 | 7 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 | 2 | 3 | 2 | 5 | 8 | 3 | 4 | 0 | 2 |
| eritipa sisan | 6 | 0 | 7 | 8 | 0 | 3 | 5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 6 | 3 | 0 | 0 | 7 | 5 | 1 | 0 | 3 |
| chunya | 6 | 0 | 8 | 0 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 3 | 2 | 5 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 0 | 3 |
| qala siuto rojo | 6 | 0 | 8 | 0 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 2 | 5 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 | 5 | 3 | 2 | 4 | 2 | 7 | 1 | 0 | 3 |
| puma maki rojo | 6 | 6 | 1 | 7 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 1 | 6 | 6 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 4 | 7 | 4 | 5 | 3 |
| sumaq soncco | 6 | 6 | 7 | 0 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 3 | 1 | 7 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 3 | 0 | 0 | 2 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| huayro macho | 6 | 6 | 7 | 4 | 3 | 3 | 5 | 1 | 0 | 5 | 3 | 7 | 7 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 5 | 3 | 0 | 0 | 8 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| huayro rojo | 6 | 6 | 7 | 8 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 3 | 2 | 7 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 0 | 0 | 7 | 5 | 1 | 5 | 3 |
| cayhua suito | 7 | 0 | 7 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 8 | 3 | 1 | 0 | 3 |
| ashnaval | 7 | 0 | 8 | 0 | 3 | 3 | 5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 0 | 3 |
| alqay huasa | 7 | 6 | 7 | 0 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 5 | 5 | 2 |
| janchillo | 8 | 0 | 7 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 1 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 2 | 4 | 8 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| janchillo blanco | 8 | 0 | 7 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 1 | 2 | 7 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 2 | 4 | 8 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| papa anco | 8 | 0 | 8 | 1 | 3 | 3 | 6 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 5 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| alqo suito morado | 8 | 0 | 8 | 2 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 1 | 2 | 5 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 8 | 3 | 3 | 0 | 2 |
| larga blanca | 8 | 0 | 8 | 4 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 1 | 2 | 5 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 8 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| jaspash | 8 | 0 | 8 | 9 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 5 | 3 | 3 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 3 | 0 | 0 | 6 | 9 | 1 | 0 | 4 |
| piña azul | 8 | 0 | 8 | 9 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 3 | 1 | 4 | 1 | 9 | 3 | 0 | 4 |
| anaconda | 8 | 2 | 7 | 4 | 0 | 3 | 5 | 2 | 1 | 5 | 2 | 7 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 4 | 3 | 0 | 0 | 8 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| sangre de toro azul | 8 | 7 | 7 | 0 | 6 | 3 | 5 | 2 | 1 | 3 | 1 | 7 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 5 | 4 |
| azul suito | 8 | 7 | 7 | 8 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 2 | 9 | 1 | 6 | 7 | 1 | 5 | 3 |
| murú chicchi | 9 | 0 | 6 | 0 | 0 | 3 | 5 | 1 | 0 | 2 | 2 | 7 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 2 | 5 | 7 | 5 | 3 | 0 | 3 |
| uva negra | 9 | 0 | 7 | 9 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 3 | 2 | 5 | 7 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 5 | 2 | 6 | 1 | 6 | 9 | 2 | 0 | 4 |
| uva azul | 9 | 0 | 7 | 9 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 5 | 1 | 5 | 7 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 5 | 3 | 6 | 1 | 7 | 9 | 5 | 0 | 4 |

Continuación...

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| yana yata | 9 | 0 | 8 | 8 | 0 | 3 | 5 | 2 | 1 | 5 | 2 | 5 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 | 6 | 5 | 1 | 0 | 4 |
| piña azul blanco | 9 | 0 | 8 | 9 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 5 | 1 | 5 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 7 | 3 | 6 | 1 | 6 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| leona redonda | 9 | 1 | 6 | 0 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 6 | 2 | 5 | 7 | 2 | 1 | 2 | 0 | 8 | 5 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 7 | 3 | 2 |
| alcarrasa negro | 9 | 1 | 8 | 9 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 5 | 2 | 5 | 5 | 1 | 1 | 3 | 0 | 6 | 2 | 3 | 2 | 5 | 1 | 9 | 7 | 1 | 4 |
| papa azul | 9 | 7 | 6 | 1 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 | 1 | 4 | 0 | 6 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 | 1 | 5 | 3 |
| puma maki | 9 | 7 | 6 | 7 | 3 | 3 | 4 | 2 | 0 | 5 | 2 | 7 | 7 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 7 | 1 | 5 | 4 |
| qala suite morado | 9 | 7 | 7 | 0 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 6 | 1 | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 | 2 | 7 | 4 | 1 | 3 |
| muro oco | 9 | 7 | 7 | 0 | 3 | 3 | 5 | 3 | 0 | 6 | 2 | 5 | 7 | 2 | 1 | 3 | 0 | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 | 2 | 5 | 4 | 1 | 3 |
| moronquina | 9 | 7 | 8 | 0 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 7 | 5 | 1 | 1 | 3 | 0 | 6 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 7 | 3 | 4 | 4 |
| cacho de toro | 9 | 7 | 8 | 5 | 3 | 3 | 6 | 2 | 1 | 5 | 3 | 7 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 | 3 | 0 | 0 | 8 | 5 | 3 | 5 | 3 |
| misi maki | 9 | 7 | 8 | 7 | 3 | 3 | 6 | 3 | 1 | 7 | 4 | 7 | 5 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 5 | 2 | 0 | 0 | 8 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| manua | 9 | 7 | 8 | 9 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 5 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 | 2 | 3 | 0 | 0 | 6 | 7 | 1 | 5 | 4 |