

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“HOMOLOGACIÓN DE PAPAS NATIVAS CULTIVADAS EN
HUÁNUCO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO
REGIONAL DE GERMOPLASMA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

WILMER DE LA CRUZ PINADO

**LIMA – PERÚ
2021**

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“HOMOLOGACIÓN DE PAPAS NATIVAS CULTIVADAS EN
HUÁNUCO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO REGIONAL
DE GERMOPLASMA”**

WILMER DE LA CRUZ PINADO

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Rolando Egúsquiza Bayona
ASESOR

Dr. Juan Waldir Mendoza Cortez
MIEMBRO

Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

LIMA-PERÚ

2021

A Dios, por acompañarme siempre.

A mis queridos padres, por su constante apoyo, aliento y comprensión.

A mis tíos, por sus consejos, apoyo y aliento durante mi desarrollo profesional.

A mis primos, por mis ausencias.

AGRADECIMIENTOS

Un cordial y afectuoso agradecimiento a mi asesor de la tesis Ing. Rolando Egúsquiza Bayona, por darme la oportunidad de desarrollar esta investigación, por sus continuas enseñanzas académicas, por su apoyo incondicional en la elaboración de cada etapa de investigación para el término de la presente investigación.

Al Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA), por ser participe como tesista a través del PROYECTO UNALM/PINIA 012-2016 “Conservación, vulnerabilidad y adaptación genética de papas nativas de Huánuco en condiciones de cambio climático”.

Al Programa de Investigación y Proyección Social de Raíces y Tuberosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por aportar con las muestras de papas nativas colectadas en la región Huánuco.

A la Asociación de productores “Pozo Pozo de Rayancancha”, en especial al agricultor Raymundo Palacios, por su disposición de tiempo y trabajo incondicional.

Al Dr. Mendoza, por sus consejos durante proceso analítico de la presente investigación.

Al Ing. David Saravia y a mi estimado amigo Rolando por su apoyo en el desarrollo estadístico de la base de datos.

Finalmente, a mis amigos por sus apoyos durante las diferentes etapas de evaluación.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION	1
1.1	Objetivo principal	2
1.2	Objetivos específicos	2
II.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	Las papas nativas	3
2.1.1	Origen y distribución geográfica.....	3
2.1.2	Importancia de la papa nativa.....	4
2.2	Morfología de la planta.....	6
2.3	Recursos genéticos.....	8
2.3.1	Erosión genética	9
2.3.2	Conservación de los recursos genéticos	9
2.3.3	Bancos de germoplasma.....	10
2.4	Caracterización de germoplasma	11
2.4.1	Antecedentes	11
2.4.2	Homologación	12
III.	MATERIALES Y METODOS.....	13
3.1	Material vegetal	13
3.2	Material de campo y gabinete	13
3.3	Localidad experimental.....	14
3.3.1	Condiciones climáticas.....	14
3.3.2	Instalación de campo	16
3.4	Metodología de estudio.....	16
3.4.1	Etapas de evaluación	16
3.4.2	Caracterización morfológica	17
3.4.3	Banda de códigos de los descriptores.....	18
3.4.4	Análisis de homologación	19
3.5	Análisis estadísticos	20
3.5.1	Análisis multivariado	21

IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	22
4.1	Agrupamiento y fenograma de las muestras de papas nativas a un coeficiente de distancia de 0.07	22
4.2	Análisis descriptivo de la variabilidad fenotípica de los tubérculos.....	24
4.2.1	Color de la piel de los tubérculos	24
4.2.2	Forma del tubérculo	28
4.2.3	Color de pulpa del tubérculo	29
4.3	Análisis descriptivo de la variabilidad fenotípica de la planta	32
4.3.1	Disectividad de la hoja	32
4.3.2	Caracterización de tallos	34
4.3.3	Caracterización de la flor	35
4.4	Análisis de homologación.....	42
4.4.1	Análisis de las diferencias de caracteres	42
4.4.2	Diferencias generales entre descriptores	44
4.4.3	Número de diferencias entre descriptores	53
V.	CONCLUSIONES	55
VI.	RECOMENDACIONES	56
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
VIII.	ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de precipitación, humedad relativa, temperaturas máxima y mínima de la estación Jacas Chico, en el periodo de octubre del 2017 a mayo del 2018	15
Tabla 2. Número de morfotipos de acuerdo al color principal de la piel de los tubérculos.	25
Tabla 3. Número de morfotipos de acuerdo al color secundario de la piel de los tubérculos.	26
Tabla 4. Número de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en la piel de los tubérculos.	27
Tabla 5. Número de morfotipos de acuerdo a la forma general de los tubérculos.	28
Tabla 6. Número de morfotipos de acuerdo a la forma especial de los tubérculos	29
Tabla 7. Número de morfotipos de acuerdo al color principal de la pulpa de los tubérculos.	30
Tabla 8. Número de morfotipos de acuerdo al color secundario presente en el tubérculo.	30
Tabla 9. Número de morfotipos de acuerdo al color único de la pulpa en los tubérculos.	31
Tabla 10. Número de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en los tubérculos.	31
Tabla 11. Número de morfotipos de acuerdo al número de pares de foliolos primarios en la hoja.	32
Tabla 12. Número de morfotipos de acuerdo al número de pares de foliolos secundarios presentes en la hoja.	33
Tabla 13. Número de morfotipos de acuerdo al número de pares de foliolos terciarios presentes en la hoja.....	33
Tabla 14. Número de morfotipos de acuerdo a la pigmentación del tallo.....	34
Tabla 15. Número de morfotipos de acuerdo a la forma de sus alas en los tallos.....	35
Tabla 16. Número de morfotipos de acuerdo al grado de floración.	35
Tabla 17. Número de morfotipos de acuerdo a la forma de sus corolas.	36
Tabla 18. Número de morfotipos de acuerdo al color predominante de sus flores.	36
Tabla 19. Número de morfotipos de acuerdo al color predominante de la flor.....	37

Tabla 20. Número de morfotipos de acuerdo a la presencia y color secundario en las flores.	38
Tabla 21. Número de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en las flores.	38
Tabla 22. Número de morfotipos de acuerdo a la distribución de la pigmentación en las anteras.	39
Tabla 23. Número de morfotipos de acuerdo a la pigmentación del pistilo.	39
Tabla 24. Número de morfotipos de acuerdo al color del cáliz de la flor.	40
Tabla 25. Número de morfotipos de acuerdo al color del pedicelo de la flor.	41
Tabla 26. Ejemplo de diferencias de descriptores entre el Morfotipo BRG-281 y el Morfotipo RE- 218 del catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco.	44
Tabla 27. Rango de similitud del descriptor color de tallo.	51
Tabla 28. Rango de similitud del descriptor color de cáliz.	52
Tabla 29. Rango de similitud del descriptor color de pedicelo.	53
Tabla 30. Número de diferencias discutidas luego de analizar los criterios de diferenciación de los caracteres.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Imagen de la parcela de estudio en Rayancancha – Húanuco.....	14
Figura 02. Datos de precipitación, temperaturas máxima y mínima de la estación Jacas Chico, en el periodo de octubre del 2017 a mayo del 2018.....	15
Figura 03. Banda con códigos de los descriptores de características de tubérculo y plantas.....	19
Figura 04. Segmento del extremo izquierdo del ordenamiento estructural jerárquico de las muestras	23
Figura 05. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al color principal de la piel de los tubérculos.	25
Figura 06. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al color secundario de la piel de los tubérculos.	26
Figura 07. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la relación del color primario y secundario en la piel de los tubérculos.	26
Figura 08. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en la piel de los tubérculos.	27
Figura 09. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la forma general de los tubérculos.	28
Figura 10. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la forma especial de los tubérculos	29
Figura 11. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al color principal de la pulpa de los tubérculos.	30
Figura 12. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al color secundario presente en el tubérculo.	30
Figura 13. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al color único de la pulpa en los tubérculos.	31
Figura 14. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en los tubérculos.	31
Figura 15. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al número de pares de folíolos primarios en la hoja.	32
Figura 16. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al número de pares de folíolos secundarios presentes en la hoja.....	33
Figura 17. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al número de pares de folíolos terciarios presentes en la hoja.....	33

Figura 18. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la pigmentación del tallo.	34
Figura 19. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la forma de sus alas en los tallos.	35
Figura 20. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al grado de floración.	35
Figura 21. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la forma de sus corolas.	36
Figura 22. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al color predominante de sus flores. .	36
Figura 23. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la presencia y color secundario en las flores.	38
Figura 24. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en las flores.	38
Figura 25. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la pigmentación del pistilo.	39
Figura 26. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al color del cáliz de la flor.	40
Figura 27. Frecuencia de morfotipos de acuerdo al color del pedicelo de la flor.	41
Figura 28. Porcentajes de morfotipos homologados e identificados con el catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco.	42
Figura 29. Diferencias de caracteres encontradas entre la colección de estudio y el catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco.	43
Figura 30. Variación de los descriptores del color de tubérculo del morfotipo BRG 307.	45
Figura 31. Variación de los descriptores del color de tubérculos de los Morfotipos BGR 139 y su Homólogo RE 18.	46
Figura 32. Variación de los descriptores del color secundario de Morfotipos con diferente número de ojos.	46
Figura 33. Descriptores del color primario y secundario del Morfotipo BGR 242.	47
Figura 34. Color primario de la piel del BGR 203.	47
Figura 35. Formas variables de tubérculos.	48
Figura 36. Diferenciación de morfotipos (A) RE-271 y (B) BRG-58.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Descriptores para caracterización de tubérculos.....	64
Anexo 02. Descriptores para caracterizar la planta de la papa.....	65
Anexo 03. Intensidad del color primario de la flor.....	67
Anexo 04. Agrupamiento de muestras a un nivel de distancia 0.07.....	68
Anexo 05. Caracterización morfológica de 337 morfotipos de papas nativas	71
Anexo 06. Diferenciación de estados de caracteres en la homologación de morfotipos.....	82

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad caracterizar morfológicamente 556 muestras de papas nativas colectadas en la región Huánuco, identificar los caracteres distintivos y dificultades presentes al homologar los morfotipos obtenidos con colecciones previamente caracterizadas. Para ello, se desarrolló la primera caracterización de tubérculos describiendo el color principal del tubérculo, intensidad de color primario, color secundario del tubérculo, distribución del color secundario, forma general del tubérculo, formas especiales, profundidad de ojos, color primario y secundario de la pulpa, distribución del color secundario en la pulpa y número de ojos en el tubérculo haciendo uso de descriptores. Posteriormente, se sembraron en parcelas de campo en la localidad de Rayancancha, distrito de Yacus – Huánuco, para caracterizar la parte vegetativa y reproductiva de la planta con 16 caracteres (disectividad de la hoja, color de tallo, forma de alas, grado de floración, forma de corola, color principal e intensidad de la flor, color secundario de la flor, distribución del color secundario, color de anteras, color de pistilo, color de cáliz y color de pedicelo). Con los datos obtenidos de la caracterización y según el análisis estadístico de agrupamiento, se obtuvieron 337 morfotipos diferentes. En esta colección, el 30.26% presentaron coloración secundaria en la pulpa, siendo que de esta colección el 27.45% presentan la coloración en el anillo vascular amplio y el 34.31% en el anillo vascular y médula. En el análisis de homologación se identificaron 73 morfotipos (21%) como homólogos de una colección previa y 9% de morfotipos como posibles homólogos. Además, se identificaron variables morfológicas que presentaron menor estabilidad y que contribuyeron a las diferencias como es el carácter disectividad de hoja, color de tallo, presencia de alas, grado de floración, intensidad de color de la flor y color de cáliz que son responsables del 32% al 64% de las diferencias.

Palabras clave: Papas nativas, Caracterización morfológica, Descriptores morfológicos, Homologación

ABSTRACT

The purpose of this research is to characterize morphologically 556 samples of native potatoes collected in the Huánuco region, identify the distinctive characters and identify present difficulties when homologizing the morphotypes obtained with previously characterized collections. For this, the first tuber characterization was developed describing the main tuber color, primary color intensity, secondary tuber color, secondary color distribution, general tuber shape, special shapes, eye depth, primary and secondary pulp color, distribution of the secondary color in the pulp and number of eyes in the tuber doing use of descriptors. Subsequently, they were planted in field plots in the locality of Rayancancha district of Yacus - Huanuco to characterize the vegetative and reproductive part of the plant with 16 characters (leaf dissectivity, stem color, wing shape, grade of flowering, shape of corolla, main color and intensity of the flower, secondary color of the flower, distribution of the secondary color, anther color, pistil color, calyx color and pedicel color). With the data obtained from the characterization and statistical analysis of grouping, 337 different morphotypes were obtained. In this collection, 30.26% presented secondary coloration in the pulp, in it 27.45% presented coloration in the wide vascular ring and 34.31% in the vascular ring and medulla. In the homologation analysis, 73 morphotypes (21%) were identified as homologues of a previous collection and 9% of morphotypes as possible homologues. In addition, morphological variables were identified that presented less stability and that contributed to the differences such as leaf dissectivity character, stem color, presence of wings, grade of flowering, flower color intensity and calyx color that are responsible from 32% to 64% of the differences.

Keywords: Native potatoes, Morphological characterization, Morphological descriptors, Homologation

I. INTRODUCCION

El territorio peruano, una zona privilegiada por la diversidad de especies adaptadas en distintos microclimas, registra cimientos de antiguas civilizaciones con alta capacidad de manejo agrícola y en ellas la papa fue una de las fuentes importantes en su alimentación.

Por su gran aporte alimenticio, la comunidad científica asumió el interés de registrar la amplia variabilidad de la papa, obteniendo más de 4000 ejemplares en todas las regiones de los Andes de Sudamérica. El Perú registra el 62% de la variabilidad encontrada por el CIP (2017) principalmente en las regiones de Puno, Cusco, Ayacucho, Huancavelica, Pasco, Junín y Huánuco (Morales, 2007). Esta última región es una de las que presentan mayor número de papas nativas de las cuales se ha caracterizado e identificado 296 morfotipos.

Por otro lado, las papas nativas no son ajenas a los cambios bióticos y abióticos adversos que generan riesgo de pérdida de la diversidad y consiguiente erosión genética. Por ello se necesita herramientas, investigaciones para afrontar el peligro y asegurar su conservación. Así mismo, los programas y centros de conservación necesitan realizar trabajos de investigación, dirigidos a inventariar y monitorear la diversidad existente en zonas potencialmente diversas, con objetivos de estimar la diversidad presente y comparar entre diferentes regiones de estudio.

El inventario de las papas nativas requiere de su clasificación. Basarse en las clasificaciones o reconocimiento por nombre, local o apelativos desarrollados por los agricultores parecen ser no eficientes para el desarrollo del registro nacional. Para ello, se ha desarrollado tablas de descriptores de caracteres morfológicos no muy influenciados por el medio externo, con el objetivo de desarrollar inventarios en distintas regiones y disminuir la duplicidad de las mismas e introducirla en un banco de germoplasma para su conservación, mejoramiento genético, refrescamiento de semillas para distribución a agricultores y para el monitoreo respecto a los cambios que presentan los cultivos frente al dinamismo ambiental y otros factores.

Aun cuando el Centro Internacional de la Papa (CIP) mantiene la colección mundial de germoplasma, diferentes instituciones y proyectos nacionales muestran interés para implementar bancos de germoplasma regionales. En este interés, es de importancia tomar en cuenta experiencias previas de caracterización y conservación por lo que la homologación de datos es de utilidad para nuevos registros y reconstrucción de bancos de germoplasma.

Por lo expuesto, la presente investigación propone alcanzar los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo principal

- Contribuir con el conocimiento y conservación de los recursos genéticos nativos de papas cultivadas.

1.2 Objetivos específicos

- Establecer características distintivas de las muestras colectadas en la región Huánuco.
- Identificar procedimientos útiles para la homologación de morfotipos con colecciones y registros previamente caracterizados.
- Identificar dificultades presentes en la homologación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Las papas nativas

Las papas nativas o indígenas (*Solanum* spp.) son el resultado del manejo, selección y conservación realizada por generaciones de agricultores. Esta fue una de las fuentes de alimentación importante para las culturas desarrolladas en los valles alto andinos. El CIP (2018) indica que la papa es una de las fuentes principales de alimentación después del trigo y arroz. Además, el MINAGRI (2017) reporta que la producción del Perú ocupó el lugar 14 entre los 150 países que siembran este cultivo, y siendo el segundo país con mayor producción en América, después de Estados Unidos y el primero en América del Sur.

2.1.1 Origen y distribución geográfica

La gran variabilidad de papas nativas se debe a la selección campesina de variantes genéticos derivados de la mutación, hibridación y adaptación a nuevos ambientes climatológicos. A partir del Siglo XX, existen consensos que el área de origen de la papa estaría ubicada en la cuenca altiplánica del Lago Titicaca.

Según Huamán (1984), las especies de papa cultivada se originaron a partir de un ancestro diploide y que la diversificación ocurrió por selección artificial de mutantes y por la hibridación intra e interespecífica. La gran diversidad genética de especies de papa, cultivada y silvestre, se encuentra entre las regiones centrales de Perú y Bolivia, donde numerosos cultivares nativos muestran una gran variación en la hoja, flor y características de tubérculos (Quiñonez, 1994).

Hawkes (1990), sugirió que la mayor parte de las especies nativas cultivadas derivarían del *Solanum leptophyes*. Este diploide silvestre sometido a selección, habría constituido el origen de *S. stenotomum* (Watanabe *et al.*, 2008). Rodríguez (2010), en base a lo reportado

por Huamán y Spooner (2002) y Sukhotu *et al.* (2005), indican que las especies silvestres *S. bukasovii*, *S. canasense* y *S. multidissectum*, (pertenecientes al complejo *Brevicaule*), dieron origen a *S. stenotomum*. Además, Van den Berg y Jacobs (2007) confirman que el origen único se encuentra al norte del lago Titicaca, a partir de especies del complejo *S. brevicaule*. Por hibridación, mutación y adaptación de *S. stenotomum*, se seleccionó la especie *S. phureja* distribuida a partir de los Andes de Venezuela hasta la zona central de Bolivia (Hawkes, 1994).

A partir de *S. stenotomum* también se originaron otras especies como *S. juzepczukii* (mediante cruce con la especie silvestre *S. acaule*), *S. tuberosum* spp. *andigena* (por tetraploidización o doblamiento del número de cromosomas) y *S. x chaucha* (por cruces de *S. phureja* o *S. stenotomum* con la subespecie *andigena*). Asimismo, La hibridación de *S. juzepczukii* con *S. tuberosum* subsp. *andigena* dio origen a la especie pentaploide *S. curtilobum*, especie que conforma una de las dos papas amargas de las zonas alto andinas junto con *S. juzepczukii* (De Haan *et al.*, 2010) y a *S. ajanhuiri*, surgida de una hibridación de *S. stenotomum* por *S. megistacrolobum*.

Hawkes (1990), menciona que la especie *S. tuberosum* spp. *andigena* fue trasladada al sur de Chile, donde se adaptó a días largos y dio origen *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* por procesos de hibridación con una especie silvestre boliviana o argentina. El mismo también menciona que la especie *S. goniocalyx* se originó por mutación de *S. stenotomum*.

2.1.2 Importancia de la papa nativa

La papa es un cultivo con buen potencial agronómico, culinario y nutricional. Después de la introducción de la papa en el continente europeo, se desarrollaron monocultivos en grandes escalas, trayendo consigo en el año 1845, una epidemia en Irlanda por la presencia del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) que causó daños severos en los cultivos y en consecuencia hambruna. Desde entonces se realizaron trabajos de investigación para afrontar problemas bióticos y abióticos que afectan al cultivo. El Perú no fue la excepción en la búsqueda de soluciones contra esta enfermedad que reducía la producción de papa. Por ello se desarrollaron variedades resistentes al tizón tardío como Amarilis, Canchan y Perricholi desarrollados por el CIP. Además, en el Perú existen variedades de papas nativas que obtienen mecanismos de defensa para afrontar diferentes daños bióticos y abióticos como

heladas, sequias, altas temperaturas. Estrada *et al.* (2013) mencionan que la alta variabilidad de caracteres de las especies silvestres de papa incluye tolerancias y resistencias a estreses biótico y abiótico, que han permitido mejorar las variedades comerciales desde el punto de vista nutricional, agronómico, industrial y farmacéutico. Román M, L. *et al.* (2015) reportaron haber realizado transferencia de genes de resistencia (R) por ingeniería genética usando el gen *RB* de *Solanum bulbocastanum*, el cual otorga un amplio espectro de resistencia a razas de *P. infestans*. Sin embargo, se está dejando de lado la importancia del potencial genético de las papas nativas, ya que en la actualidad las agendas importantes a nivel mundial es afrontar impactos del cambio climático para la alimentación futura. Por ejemplo, Schmiediche (1980) citado por Zorrilla (2006), indica que las especies *S. x juzepczukii* y *S. x curtilobum* comúnmente llamadas “papas amargas”, porque contienen mayor concentración de glicoalcaloides, tienen gran importancia en la región andina de Perú, Bolivia y Argentina por ser tolerantes a temperaturas muy frías (-3°C) por lo que pueden desarrollarse con normalidad donde otras especies de papas cultivadas no sobrevivirían. Cabe resaltar que las papas nativas presentan un alto contenido de materia seca (mayor de 24%), aportan antioxidantes y proteínas que permiten mayor incentivo a las empresas para industrializarlas (Egúsquiza, 2014).

La importancia social y económica del cultivo de papa en el Perú puede desprenderse de las estadísticas que reporta el INEI (2014). Esta fuente indica que, del total de la superficie de papa sembrada en el año 2012, el 58.7% (215 mil 710 hectáreas) fueron variedades modernas o “papa blanca”, el 21.9% (80 mil 450 hectáreas) fueron papas de las variedades denominadas en conjunto nativas. Las variedades con denominación genérica de papa amarilla, corresponde al 13.0% de la superficie cultivada, la papa huayro al 4.0% y la papa amarga al 2.5%.

Por otro lado, el MINAGRI (2017) reportó que en el año 2016 se obtuvo una producción total de 4527.6 mil toneladas de papa con una tasa de crecimiento del 2.2% anual promedio y con una representación de 10.6% del Valor Bruto del Sub sector agrícola, convirtiéndose como el segundo producto más importante del país, siendo Huánuco la segunda región con mayor producción después de Puno.

Así mismo, según ENIS (2018), las intenciones de siembra para la campaña agrícola 2018 – 2019 alcanzarían las 346.9 mil hectáreas, de las cuales el 39.9% de las siembras

corresponderían a papa blanca (Yungay, Perricholi, Tomasa, Revolución, Amarilis y otras papas blancas) y el 40.3% a papas nativas (Amarilla, Huayro, Huamantanga, Peruanita, Tumbay, Imilla Negra y otras).

Dado que el crecimiento de la producción de la papa, implica generación de empleos directos e indirectos, este cultivo utiliza aproximadamente 33.4 millones de jornales, que resulta alrededor del 4.0% del PBI Agrícola, involucrando a más de 700,000 familias de pequeños agricultores que dependen de este cultivo, tanto para autoconsumo como excedentes para la venta (CIP, 2017). Cabe mencionar que las comunidades más pobres y alejadas de la ciudad presentan un consumo mayor de papas nativas (frescas, chuño o tunta, tocosh). La papa y los cereales son de mayor importancia por ser los de mayor aporte de fuentes energéticas. Por ejemplo, el valor energético del chuño es entre 97-123 Kcal, proteínas 0.29-0.72mg, hierro y zinc 0.04-0.014mg por cada 100g de papa (Burgos Z., G. 2006). Gracias a la alta biodiversidad que poseen las papas nativas, se está comenzando a valorar cada vez más en los mercados en distintas formas de presentaciones para incrementar el consumo per cápita de 65 a 85 kilogramos por año, favoreciendo al agricultor a obtener mayores ingresos económico para mejorar su calidad de vida.

2.2 Morfología de la planta

Tubérculo: Es un tallo subterráneo con entrenudos fuertemente comprimidos por la expansión lateral de la porción sub apical del estolón y es el órgano especializado para almacenar sustancias de reserva con valor nutricional. Las formas más comunes son redondas, ovales y oblongas, también se puede encontrar variedades con forma redonda comprimida, elíptica, larga, clavadas, fusiformes, reniformes, falcadas, enroscadas, digitadas, concertinoides y muy tuberosados. Los colores de la piel o peridermo del tubérculo más comunes son el blanco crema, amarillo, rosado, rojo, morado y los de piel oscura, casi negra (Egúsqüiza, 2014).

Brote: Según Egúsqüiza (2014) es un tallo que se origina a partir de la yema principal del ojo del tubérculo; los brotes presentan colores distintivos, estos pueden ser blancos rosados, rojizos, morados coloreados en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados. Sin embargo, estos colores pueden ser ligeramente alterados por las condiciones e intensidad de luz en el almacén como es los casos de los morfotipos “amarilla ojo morado” y “Yana paltacc”, que

presentan brotes blancos con muchas manchas violetas y cuando son expuestas a la luz difusa muestran cierta tonalidad morada. O el caso del morfotipo “Usha papa” en oscuridad tiene brotes blancos con pocas manchas rosadas en las yemas y bajo luz son rojos violáceos.

Tallo: La planta posee tallos aéreos y subterráneos (estolones y tubérculos). Los tallos aéreos generalmente son de color verde con cierto grado de pigmentación secundaria de color marrón-rojizo o morado. Presentan alas en el entrenudo del tallo que pueden ser de borde recto, ondulado o dentados o aserradas.

Hoja: La hoja es compuesta e imparipinnada y la distribución sobre el tallo es en espiral. Presenta un raquis central que sostiene a los folíolos primarios, los folíolos secundarios están unidos por el peciolulo y los terciarios están ubicados en los peciolulos de los folíolos primarios.

Flor: La inflorescencia cimosa se diferencia cuando el tallo principal ha finalizado su crecimiento y se inicia la “Primera floración”; al mismo tiempo, se inicia el crecimiento de una rama o se acelera el crecimiento de un tallo secundario en cuyo extremo crecerá otra inflorescencia que da la apariencia de una “Segunda floración”. Hay variedades con caracteres de abundante floración, otros que no florecen y variedades de temprana o tardía floración (Egúsqüiza, 2000). El terminal del pedúnculo floral se ramifica en pedicelos que sostienen a las flores; la peculiaridad de los pedicelos es que presentan codos llamados articulación o codo de abscisión. Las flores de la papa son hermafroditas, completas y perfectas (Egúsqüiza, 2014). Constan de cinco sépalos, corola pentámera ligadas en la base formando una superficie plana de cinco lóbulos. El androceo consta de cinco anteras con dos tecas amarillas cada una y conniventes en una columna que rodea al estilo. El gineceo consta de un pistilo y ovario supero bilocular (Huamán, 1994 citado por Sumba M., 2008)

Fruto: El fruto de la papa es una baya pequeña carnosa de forma ovalada la cual contiene las semillas sexuales, el número de semillas puede variar desde cero hasta 400 semillas por fruto (Egúsqüiza, 2014).

2.3 Recursos genéticos

Según el MINAM (2018), el Convenio sobre la Diversidad Biológica define los recursos genéticos como “*todo aquel material genético de origen microbiano, animal o vegetal que contiene unidades de herencia o genes; y que representa un valor real o potencial*”. Según Martínez (1993), citado por Roca (2015), considera como recursos fitogenéticos a las variedades cultivadas (nativas y comerciales), a las especies silvestres con afinidad a las cultivadas y a los materiales obtenidas por mejora genética. Los recursos genéticos son considerados por la FAO (2018), como la base biológica para la seguridad alimentaria. Para las comunidades rurales es sinónimo de riqueza y seguridad para su desarrollo, recurso que permite afrontar condiciones medio ambientales no favorables para la producción y la seguridad de tener una cosecha necesaria para su alimentación.

La biodiversidad actualmente disponible se debe a la conservación de los agricultores como un patrimonio heredable. Guerrero (2004) indica que la mayor parte de los cultivos alimentarios que utilizan los Países Desarrollados, tiene origen en zonas rurales y que proporcionaron genes con resistencia a plagas y enfermedades y otras características genéticas. Por ejemplo, una variedad de trigo turco, recogida y almacenada en 1948, fue ignorada hasta la década de 1980, cuando se descubrió que contenía genes resistentes a muchos hongos causantes de enfermedades. Actualmente, estos genes son utilizados para producir variedades de trigo resistentes (FAO, 2010). De la misma manera, el Perú presenta un gran potencial de recursos genéticos para el mejoramiento de la papa, maíz, ajíes, etc., además de diversidad climática.

Dado el crecimiento acelerado de la demanda de alimentos, las áreas agrícolas en el mundo se expandieron, pero con poca diversidad, dejando de lado variedades que no cumplen el fácil manejo agroindustrial e introduciendo variedades híbridas, con modificaciones genéticas, transgénicas para obtener productos muy estéticos, homogéneos y con características de resistencia a ciertas enfermedades o plagas. Por ejemplo, en el caso de México, Guerrero (2004) menciona que solamente un 20 % de las variedades locales de maíz registradas en 1930 son comercializadas y los demás fueron desplazadas por la introducción progresiva de híbridos. El mismo caso sucede en el Perú, donde las variedades de papas comerciales son muy pocas y las de piel blanca (yungay, canchan, perricholi) son las de mayor producción. Esto también se puede registrar en la demanda de ingreso de papas en el

Mercado Mayorista de Lima; quien registra un 81% de papa blanca, 7% de papa amarilla y 12% de papa color (MINAGRI 2017). A diferencia de las variedades nativas que son cultivadas en forma de mezclas por los pequeños agricultores para consumo propio.

2.3.1 Erosión genética

La diversidad de papa está expuesta a un progresivo deterioro y pérdida. La FAO (2011) y Carlos (2016) mencionan que la erosión genética es la pérdida de diversidad genética entre y dentro de poblaciones a través del tiempo, provocando la reducción de la base genética de una especie. Tamayo (2010), define la erosión genética como la pérdida gradual de la diversidad genética por destrucción del ecosistema, hábitats y por actividades humanas. También, el progresivo deterioro es causado por infección de enfermedades virósicas degenerativas y otras amenazas que puedan causar la pérdida del material hereditario que conlleva a la pérdida de oportunidades comerciales que ofrecen las papas nativas (Egúsquiza, 2013). Horton (1984) y la FAO (2018a), mencionan que la erosión también es provocada por la introducción de variedades modernas que desplazan a las tradicionales.

Frente a esta problemática, el año 1983 se creó la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura para crear conciencia sobre la erosión genética y al Banco de Genética para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2018a). A partir de entonces se viene incentivando los planes de acción para contrarrestar eventuales desastres que atenten contra la seguridad y sostenibilidad alimentaria en el futuro (Roca, 2015).

2.3.2 Conservación de los recursos genéticos

La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura ha ayudado a concientizar a la comunidad internacional de la creciente erosión genética e incentivar la conservación elaborando Normas para los Bancos de genes y el Código Internacional de Conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal, permitiendo minimizar la pérdida de la diversidad genética en la recolección de semillas (FAO, 2010).

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, 1992) reconoce dos tipos de conservación de la diversidad: *in situ* y *ex*

situ. La conservación *in situ* es aquella que se realiza en el ambiente natural de los recursos y la conservación *ex situ*, es aquella que se desarrolla fuera del ambiente natural de los recursos, por ello requieren de una infraestructura especial (Blanco, 1993 citado por Triguero 2007).

Huamán (2000), menciona que la única forma de asegurar la sostenibilidad de la conservación de la papa nativa y otros cultivares andinos es en el campo de los agricultores (*in situ*), y mediante la promoción del consumo en los mercados urbanos por su gran diversidad de formas, color de la pulpa y piel, más importante aún por su excelente calidad culinaria. Una manera de conservación, realizada por los campesinos en forma de mezclas es denominada “chagro” o “huachuy” que consiste en que cada familia siembre 10 a 100 cultivares, con el fin de asegurar la producción y contrarrestar los factores adversos (Durand, 2012). Esta conservación también se caracteriza por la denominación del nombre a cada papa diferente y para ser reconocido por otros agricultores. Los nombres asignados pueden ser el nombre de un tío, primo, hasta de un familiar fallecido o de alguna característica en particular como: forma y color de tubérculo y color de la pulpa.

2.3.3 Bancos de germoplasma

La conservación sostenible de los recursos fitogenéticos, que son base para el mejoramiento de cultivos y uso esencial para la seguridad alimentaria y nutricional mundial, depende de una gestión eficaz y eficiente de los bancos de germoplasma mediante la aplicación de normas y procedimientos que aseguren la continuidad y disponibilidad de los recursos fitogenéticos (FAO, 2014). Estos bancos tienen como finalidad de conservar la diversidad de especies que están o no en peligro de extinción, así como también, para realizar mejoras genéticas y reponer las semillas a los agricultores ante eventos adversos de los medios climatológicos (Dávalos, 2017).

Dada la importancia de conservar los recursos fitogenéticos, se crearon bancos de germoplasma en los institutos y centro internacionales como el CIP, CIMMYT y CIAT en el continente americano (Condón y Rossi, 2018) desde donde se ponen a disposición de los usuarios para su uso con fines de investigación, incluyendo el mejoramiento genético (Sevilla y Holle, 2004). El Centro Internacional de la Papa custodia más de 21000 accesiones, colección que proviene a nivel mundial comprendida por raíces y tubérculos

andinos. En cuanto a las papas nativas, hasta el año 2017, el CIP registró y conservó una colección de 4355 variedades tradicionales o nativas de la región andina, de las cuales el 62% proviene del Perú. Cruz (2001), menciona que en la base de datos de germoplasma del CIP, hasta el año 2000 había 774 entradas pertenecientes a 19 especies de papas cultivadas y silvestres procedentes de Huánuco y la gran mayoría de ellas fueron colectadas en las provincias de Dos de Mayo, Huamalíes y Pachitea. Las especies más representativas dentro de la colecta fueron *Solanum tuberosum subsp. andigena* (405 entradas), *S. x chaucha* (75 entradas) y *S. stenotomum* (73 entradas).

2.4 Caracterización de germoplasma

2.4.1 Antecedentes

Para desarrollar investigaciones de caracterización morfológica e inventariar morfotipos de papas nativas, Gómez (2000) recomienda identificar y describir las características morfológicas de la planta que sean más o menos estables bajo diferentes condiciones climáticas. Para ello, Huamán *et al.* (1977) con el apoyo del entonces International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, actualmente Bioversity International) publicaron una lista numerosa de descriptores morfológicos para la papa. Luego de sucesivos trabajos de descripción, en 1994 se publicó los descriptores de papa para colecciones nacionales que son un resumen actualizado de descriptores morfológicos básicos. Más adelante, en el 2009, el INIA publica los “Descriptores Mínimos de Papa (*Solanum sp.*) para el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana”, siendo esta una herramienta fundamental en las descripciones morfológicas de las papas que mantiene el CIP, con la finalidad de identificar duplicados, determinar una base de datos morfológicos iniciales y otros estudios de diversidad.

Con las herramientas de los descriptores, en la región Huánuco, se desarrolló un trabajo detallado de caracterización morfológica durante siete años agrícolas (2002-2008) por Egúsqüiza (2015). Se identificó 296 morfotipos diferentes a partir de 1131 muestras tomadas de distintas localidades, haciendo uso de 31 caracteres cualitativos recomendadas para la “caracterización de papas nativas cultivadas” publicadas por Huamán *et al.* (1977), Gómez (2008) y INIA (2009).

En las investigaciones de descripción morfológica de 45 cultivares de papa nativas de Junín, Durand (2012) identificó dos duplicados o sinónimos, utilizando 27 caracteres cualitativos de los cuales 16 resultaron ser los más importantes en el proceso de diferenciación (habito de planta, color secundario de la flor, distribución del color secundario de la flor, color predominante de la piel del tubérculo, color y distribución del pigmento secundario de la piel del tubérculo, color predominante de la pulpa del tubérculo, color y distribución del pigmento secundario de la pulpa del tubérculo, color y distribución del pigmento secundario del brote, color del pedicelo, color de tallo, color de la baya, grado de floración e intensidad de color predominante del tubérculo).

Por otra parte, Carlos (2016) caracterizó 611 muestras de papa nativa de Pasco, identificó 241 morfotipos diferentes y concluyó que las características cualitativas de la planta que más aportan a la variabilidad del germoplasma son los pares de folíolos primarios, pares de folíolos terciarios, color de cáliz, color de pedicelos, forma de corola, y pigmentación de anteras.

2.4.2 Homologación

La homologación de los recursos fitogenéticos consiste en la comparación de datos de localización (pasaporte) y caracterización de los materiales para identificar los duplicados posibles. También, comprende la detección de distanciamiento en la diversidad conservada con objetivos a la restauración e intercambio de las colecciones entre los bancos de germoplasma (Medina, 2008). En el Perú existen varias instituciones que conservan y manejan germoplasma de raíces y tubérculos andinos. Estas instituciones tienen varias colecciones de las cuales fueron compartidas entre ellas anteriormente. Sin embargo, surgieron problemas en no tener conocimiento de la cantidad exacta, la identificación y la erosión posible de la diversidad conservada en la colección debida, principalmente, a la falta de recursos para realizar un adecuado mantenimiento. Al respecto, Cosio (2006) menciona que los registros son incompletos, y no se cuenta con evidencias suficientemente terminantes de variedades existentes por lo complejo que resulta el trabajo de homologación de las diferentes colecciones presentes en las distintas regiones.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Material vegetal

En el presente trabajo de investigación se utilizaron 556 muestras de papas nativas colectadas en la Región Huánuco y conservadas en el Banco de Germoplasma Regional implementado por el Programa de Investigación y Proyección Social de Raíces y Tuberosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2 Material de campo y gabinete

- Manual de descriptores morfológicos de papa cultivada (CIP)
- Tabla de colores del CIP para caracterización de flores
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica digital
- Papel bond
- Plumones
- Etiquetas de papel
- Etiquetas plastificadas
- Tijera
- Cuchillo
- Bolsas de malla plastificada
- Bolsas de papel kraft
- 11 jabas
- 26 letreros

3.3 Localidad experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la parcela de la asociación de productores “Pozo Pozo de Rayancancha”, localizado a una altitud de 3881 msnm con coordenadas 9° 56’ 45’’ latitud Sur y 76° 29’ 28’’ latitud Oeste del distrito de Yacus, provincia de Huánuco.



Figura 1. Imagen de la parcela de estudio en Rayancancha – Huánuco

Fuente: Google Earth

La parcela experimental fue un campo con una pendiente del 65%, con estructura de suelo granulada sin compactación y con buena porosidad. Los surcos se trazaron en dirección a la pendiente para evitar el empozamiento de agua, por el exceso de precipitación de la zona, y evitar el daño al cultivo por hipoxia y pudrición radicular.

3.3.1 Condiciones climáticas

Los datos climatológicos fueron obtenidos de la estación más cercana a la zona experimental ubicada en el distrito Jacas Chico, a una altitud de 3673 msnm. Las temperaturas máximas y mínimas obtenidas durante el periodo de investigación fueron 12.11°C y 2.71°C, respectivamente.

Tabla 1: Datos de precipitación, humedad relativa y temperaturas máximas y mínimas de la estación Jacas Chico, en el periodo de octubre del 2017 a mayo del 2018

mes/año	T (°C)		Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima		
oct-17	13.37	2.55	50.3	80.6
nov-17	12.97	3.25	95.6	82.2
dic-17	12.04	2.91	175.6	85.4
ene-18	11.27	2.31	174.4	86.6
feb-18	12.06	3.08	136.3	86.7
mar-18	11.37	3.21	181.9	90.1
abr-18	11.52	2.37	98.2	85.7
may-18	12.28	2	9.6	82.8

Fuente: SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

En el mes de diciembre, la planta tenía una altura promedio de 25 a 30 cm y a partir de este mes las precipitaciones y la humedad relativa se incrementaron creando condiciones favorables para el desarrollo de la “ranchara” (*Phytophthora infestans*). Para ello se realizó un plan de control para mitigar el daño ocasionado por el Oomiceto realizando aplicaciones cada 15 días con cymoxanil, mancozeb, pyraclostrobin, metiram y chlorothalonil.

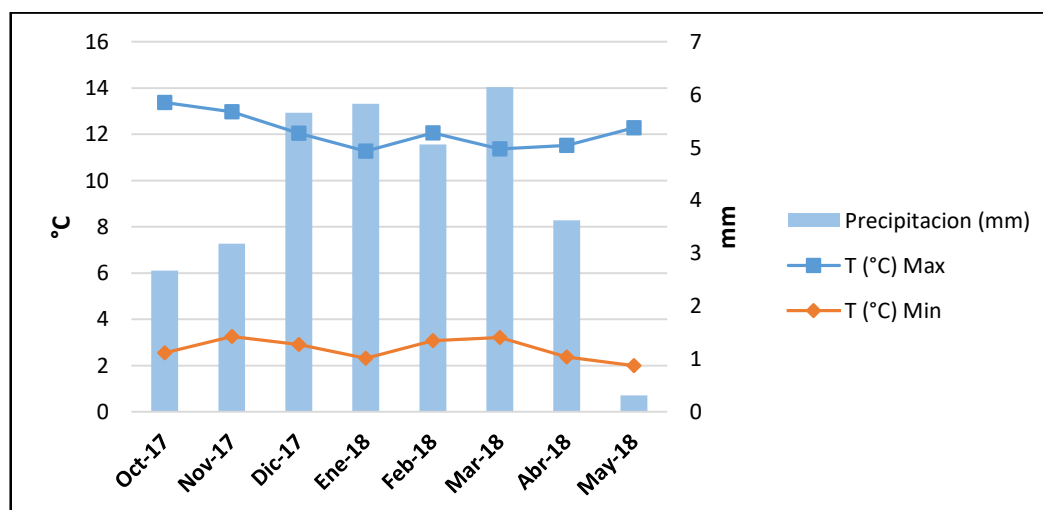


Figura 2. Datos de precipitación y temperaturas máximas y mínimas de la estación Jacas Chico, en el periodo de octubre del 2017 a mayo del 2018

Fuente: SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

3.3.2 Instalación de campo

Las 624 muestras de papas nativas se distribuyeron en el terreno de 43 m de largo por 48 m de ancho, el cual se dividió en dos sectores: sector A con un área de 812 m² y el sector B con 280 m².

- Sector A (472 muestras)
- Sector B (152 muestras)

Cada muestra comprendió de 3 a 5 tubérculos distribuidos en un surco de longitud de 1.0 m con distanciamientos de 0.25 m entre plantas y de 0.9 m entre surcos. La distribución de las muestras siguió la secuencia según un primer ordenamiento en base a la caracterización de los tubérculos.

3.4 Metodología de estudio

3.4.1 Etapas de evaluación

- **Pre siembra:** En el Programa de Raíces y Tuberosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se desarrolló una primera etapa de preparación y evaluación de los tubérculos semilla. En esta etapa se realizó el lavado y desinfección, registro, fotografiado, caracterización morfológica de tubérculos y agrupamiento.
- **Floración:** En la parcela de la Asociación de Productores Pozo Pozo de Rayancancha y en plantas en estado fenológico de plena floración, se realizó la caracterización morfológica del tallo, hoja y flor de la planta.
- **Cosecha:** La cosecha se realizó el 22 de mayo del 2018. En esta etapa se verificaron los datos de caracterización de tubérculos y se seleccionaron tubérculos semilla para su conservación del germoplasma, para una segunda caracterización de tubérculos y próximas investigaciones.
- **Homologación:** Etapa en la cual se desarrolló el análisis de identificación de morfotipos y se procedió a la homologación con datos del catálogo desarrollado por Egúsquiza (2015).

3.4.2 Caracterización morfológica

a. Caracterización de tubérculos

Las muestras de tubérculos colectados consistieron de un mínimo de cinco tubérculos representativos de cada nombre común, sin daños físicos, libres de patógenos y debidamente identificados según su procedencia. Los tubérculos se lavaron para eliminar tierra y visualizar mejor los caracteres. Al mismo tiempo se desinfectaron con Benomyl y Methomyl para evitar la proliferación de hongos e insectos.

Al realizar el inventario de ingreso a cada muestra, se asignó un código numérico correlativo y en casos especiales se optó por adicionar letras cuando existieran mezclas de tubérculos para poder analizarlo como una muestra adicional de la colección.

La caracterización se realizó utilizando el manual de “Descriptores Mínimos de Papa (*Solanum* sp.), elaborado por el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana” (INIA, 2009), la “Guía para la caracterización Morfológica Básica en Colecciones de Papas” (Gómez, 2000) y datos de características de tubérculos y plantas de acuerdo al Manual de Descriptores de Papa “*Descriptors for the Cultivated Potato and for the Maintenance and Distribution of Germplasm Collections*”, publicado por el Consejo Internacional para Recursos Genéticos (Huamán *et al.*, 1977) (Anexo 1).

Las 556 muestras de papa nativas colectadas se evaluaron utilizando 11 descriptores morfológicos para tubérculos (Huamán *et al.* 1977). Cada descriptor fue analizado y optando por la moda de la muestra. Es imprescindible analizar los colores primarios y secundarios de la piel y pulpa de los tubérculos con buena luminosidad y claridad del día, para evitar la asignación errada de caracteres. Asimismo, se tomó en cuenta los criterios de evaluación de cada carácter recomendado por los descriptores.

Posteriormente, se realizó un ordenamiento correlativo según las 11 variables analizadas, siendo registrada en una hoja de Excel con el objetivo de aproximar la igualdad y similitud de las muestras caracterizadas. Las muestras se sembraron según el agrupamiento por semejanzas para evaluar las características morfológicas de las plantas de cada muestra.

b. Caracterización de plantas

La caracterización de plantas se realizó registrando 16 descriptores morfológicos de la papa recomendados por el INIA (2009) y Huamán *et al.* (1977) (Anexo 2).

Disectividad de hoja: El análisis de caracterización morfológica de la hoja se realizó cuando la planta estaba en la etapa de plena floración. Haciendo uso de los diferentes estados de descriptores de la papa, se pudo determinar el código de disectividad de la hoja de cada muestra. Se procedió a cuantificar los pares de folíolos primarios, pares de folíolos secundarios y terciarios de la hoja ubicada en el tercio medio del tallo principal, de 2 a 3 plantas de la muestra y con presencia de inflorescencia. El resultado de la disectividad de hoja de cada muestra corresponde a la moda que presentan las muestras.

Caracterización del tallo: En la caracterización del tallo de la planta se evaluó el color de tallo (verdes, verdes con pocas manchas, verdes con muchas manchas, pigmentado con poco verde, pigmentado con mucho verde, rojizo y morado) y la presencia y forma del borde de alas (ausencia de alas, rectas, onduladas, dentadas). La cantidad de tallos analizados fueron 2 a 3 por planta.

Caracterización de la flor: La caracterización de la flor se desarrolló en la etapa de plena floración, en horas de la mañana, con ayuda de la tabla de descriptores y la cartilla de colores de la flor (Anexo 3). Las flores fueron seleccionadas evitando aquellas flores jóvenes y senescentes. Las cantidades de flores fueron de 3 a 5 por planta, de cada muestra, y seleccionadas al azar. Al mismo tiempo, se analizó los estados de color de cáliz, pedicelo, color de pistilo y antera. Toda información repetitiva obtenida se resumió mediante la Moda para obtener la mayor representatividad posible de la muestra.

3.4.3 Banda de códigos de los descriptores

Después de obtener los datos de caracterización del tubérculo y de la planta, se ordenaron según la figura 3. El ordenamiento facilita las comparaciones de los estados de descripción de las muestras con los códigos de descripción de la colección del catálogo.

BRG	7	3	2	7	6	0	5	4	0	0	4	3	4	1	1	2	2	7	7	3	2	1	2	0	0	5	4
	a				b			c			d	e					f	g	h	i	j			k	l	m	n
	Descriptores de características de los tubérculos											Descriptores de características de las plantas															

Figura 3. Banda con códigos de los descriptores de características de tubérculo y planta.

- a. Indica que la piel del tubérculo es de color rojo-morado intenso con pocas manchas amarillas.
- b. Indica que los tubérculos son corto oblongos y con ojos de profundidad media.
- c. Indica que la pulpa del tubérculo es de color amarillo.
- d. Refiere que el número de ojos es abundante.
- e. Refiere que la hoja es disectiva con 4 pares de folíolos primarios, un par de folíolos secundarios y un par de folíolos terciarios.
- f. Refiere que los tallos son de color verde con pocas manchas.
- g. Refiere que el tallo presenta alas rectas.
- h. Refiere que la floración es profusa.
- i. Refiere que la forma de la flor es rotácea.
- j. Refiere que las flores son rojos morados intermedio con color secundario blanco en el envés del acumen.
- k. Refiere que las anteras no son pigmentadas.
- l. Refiere que no presenta pigmentación en el pistilo.
- m. Refiere que el cáliz es pigmentado con poco verde.
- n. Refiere que el pedicelo es ligeramente pigmentado a lo largo.

3.4.4 Análisis de homologación

A partir del resultado de la caracterización morfológica de las muestras analizadas se identificaron los duplicados, reduciendo la cantidad de muestras duplicadas y asignando códigos BRG (Banco Regional de Germoplasma - N°...) como morfotipos diferentes.

Con los morfotipos identificados se llevó a cabo el análisis de homologación con una fuente de registro de caracterización morfológica de papas nativas de la región Huánuco. La fuente utilizada fue el catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco (Egúsqüiza, 2015). Se utilizaron 27 variables morfológicas para analizar cada uno de los morfotipos y comparar con los códigos descritos en la fuente. El criterio de la homologación depende de la estabilidad de cada variable morfológica analizada. Según lo descrito, se espera que las variables con menor variación sean las características del tubérculo, color de flor, presencia de color secundario en la flor, pigmentación del pistilo y color de antera. Y las de mayor variabilidad sean la disectividad de hoja, color de pedicelo y color de cáliz. Para la homologación también se usó fotografías disponibles de cada morfotipo, para facilitar el reconocimiento de la muestra con la lista del catálogo.

Con los morfotipos homologados e identificados en la lista del catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco, se llevó a cabo el análisis de variación de todos los descriptores evaluados asignando como (0) a la ausencia de diferencia y (1) a la presencia de diferencia. De acuerdo a esta matriz, se evaluó el porcentaje de diferencias de cada carácter analizado. Así mismo, se determinó el número de diferencias encontradas con las tablas descriptoras en cada uno de los morfotipos.

3.5 Análisis de datos

Matriz básica de datos: Con los datos obtenidos de la caracterización de las muestras se elaboró una tabla de matriz básica de datos (MBD) cualitativos, mediante la identificación de los códigos de los estados de caracteres correspondientes al descriptor morfológico. Esta matriz presenta una dimensión de 556 filas, la cual corresponde a la cantidad de muestras estudiadas, y 27 columnas que corresponde a la cantidad de variables analizadas para la descripción de cada muestra.

Mediante la matriz básica de datos se calculó las frecuencias de cada uno de los descriptores y se elaboró las tablas de frecuencias para describir el comportamiento de las variables estudiadas de las papas nativas. Este análisis y los gráficos se confeccionaron utilizando el programa Microsoft Excel 2013.

3.5.1 Análisis multivariado

Para analizar la matriz de datos con las 27 variables cualitativas en simultáneo con las muestras y con el objetivo de identificar alguna duplicidad en el total de la colección en estudio, se utilizó métodos multivariados.

El análisis de clúster o de conglomerados es una técnica multivariante que permite analizar las variables dependientes en simultaneidad, además de agrupar basándose en las características que poseen, de tal forma que cada muestra tenga un alto grado de similitud, conformando conglomerados de alta homogeneidad interna y alta heterogeneidad externa entre grupos formados (Hair *et al.*, 1999). Dentro del análisis cluster se utilizó el criterio de la distancia de Gower, mediante el programador estadístico Rstudio, ya que este mecanismo sirve para analizar variables mixtas (variables cuantitativas, dicotómicas y categóricas nominales) presentes en las observaciones de la investigación (Gower, 1971) citado por Cuadras (2019). Además, este coeficiente de similitud puede ser analizada mediante una base de datos en la cual pueda haber algunos valores faltantes de ciertas variables, sin necesidad de omitir todos los valores que representa la unidad de muestra. También, posibilita ponderar las variables de forma diferencial, obteniendo mayores ponderaciones en la cual haya resultado una capacidad discriminante mayor en estudios precedentes (Granados, 2017). Según Tapia, C. en el desarrollo de investigación de Análisis de la variabilidad genética de jícama y editado por Franco e Hidalgo (2003) menciona que mediante este análisis de disimilaridad más el agrupamiento jerárquico de Ward posibilita caracterizar adecuadamente colecciones de germoplasma de interés, que da como resultado agrupamientos de accesiones similares y sus relaciones, identificar duplicados a un nivel de distancia cero, detección de mutaciones de etiqueta, agrupamientos que permiten diferenciar las accesiones por área geográfica, realizar supuestos sobre la distribución natural de la especie, establecer relaciones diferencias morfológicas entre grupos.

Los resultados del análisis fueron proyectados en un dendograma y, de acuerdo a Núñez y Escobedo (2011), la elección del punto de corte debe ser seleccionado en base a los objetivos de la investigación y conocimientos previos del investigador, ya que no existe un criterio definido para establecer dicho punto. Por ello en esta investigación se formaron grupos o morfotipos distintos a un nivel de distancia cero o cercano a cero para identificar muestras duplicadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Agrupamiento y fenograma de las muestras de papas nativas a un coeficiente de distancia de 0.07

El agrupamiento de la colección de 556 muestras de papas nativas colectadas en Huánuco, permitió identificar un total de 337 grupos que presentaron características distintivas que los hacen diferentes. Cada uno de los grupos se identificó como morfotipos cuyos códigos y nombres se presentan en el Anexo 05, conjuntamente con los descriptores de la caracterización.

El agrupamiento a un nivel de distancia cero, desarrollado con el método Manhattan o Gower, con modelo estructural jerárquico “WarD”, identificó 138 muestras duplicadas (24.8% del total de muestras analizadas). En este nivel de distancia, los caracteres morfológicos de las muestras duplicadas no presentaron diferencias en las 27 características empleadas para el agrupamiento.

A un nivel de distancia de 0.07 (muy cercano a cero) se formaron 337 grupos o morfotipos con el total de muestras analizadas. A este nivel se pudo identificar entre 3 – 5 diferencias de grado o de estados fenotípicos de caracteres dentro de los grupos o morfotipos. Sin embargo, en la presente investigación, estas diferencias no se consideraron suficientes como para considerarlos como grupos o morfotipos diferentes.

Para verificar si las muestras fueron bien agrupadas, se realizó una segunda evaluación de agrupamiento. Los resultados del segundo agrupamiento se consideran de mayor utilidad porque son semejantes a un agrupamiento visual de semejanzas morfológicas. Sin embargo, se encontraron algunas excepciones en el agrupamiento general en el que algunas muestras deberán reagruparse dentro de otros conglomerados con mayores diferencias morfológicas.

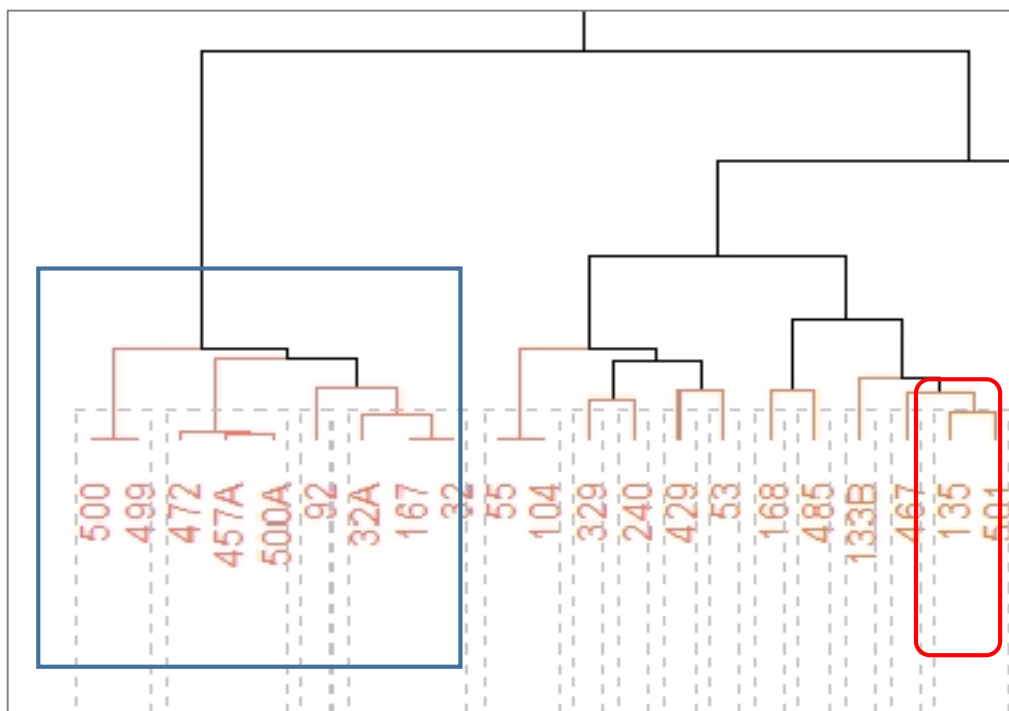


Figura 4. Segmento del extremo izquierdo del ordenamiento estructural jerárquica de las muestras

En la Figura 4 se visualiza que las muestras 167 y 32 son iguales en las 27 características, pero ligeramente diferente con la muestra 32A, con quien se diferencian en el color del pistilo, color de cáliz, color de pedicelo y presencia de un par de foliolo terciario. En el mismo recuadro, las muestras 472, 457A y 500A presentan una alta homogeneidad. Estos dos grupos mencionados comparados con el grupo que conforman las muestras 500 y 499 son altamente similares. En este último grupo, la presencia de color secundario en la corola de la flor determina un ligero alejamiento de las demás muestras. Sin embargo, el criterio de esta evaluación concluye que los grupos formados a nivel de distancia 0.07 son iguales por las diferencias mínimas presentes entre las muestras. La muestra 92 es una excepción porque presenta el tubérculo de forma oblonga, con ojos de profundidad media, muy diferente al resto de muestras que presentan tubérculos largos fusiformes.

Los demás conglomerados (Morfortipos) están debidamente diferenciados. Las muestras 329 y 240 se diferencian en la coloración de la piel del tubérculo, en la forma del tubérculo, número de foliolos primarios y en el color de pedicelo. El color de piel del tubérculo de la muestra 329, es morado oscuro con rosado en los ojos, diferente de la muestra 240 que presenta el color de piel del tubérculo negro con color secundario blanco crema en los ojos.

La forma del tubérculo de la primera muestra es oblonga concertinada y la muestra 240 es de forma oblonga. El pedicelo de la muestra 329 presenta pigmentación solo sobre la articulación y la muestra 240 presenta pigmentación solo debajo de la articulación.

También, al nivel de distancia 0.07 llegan a formar grupos que presentan diferencias notables entre las muestras que conforman el agrupamiento por lo que después de analizar el agrupamiento generado, este fue reagrupado en nuevos grupos. Por ejemplo, las muestras 541 y 102 fueron agrupados en un mismo conglomerado; sin embargo, la muestra 541 presenta la piel de tubérculo color morado oscuro, forma comprimida y pulpa de color crema con color secundario violeta en el anillo vascular, y medula muy diferente a lo descrito en la muestra 102 que presenta la piel de tubérculo negra, forma redonda con profundidad media de los ojos y pulpa de color amarillo claro con color secundario morado en el anillo vascular angosto.

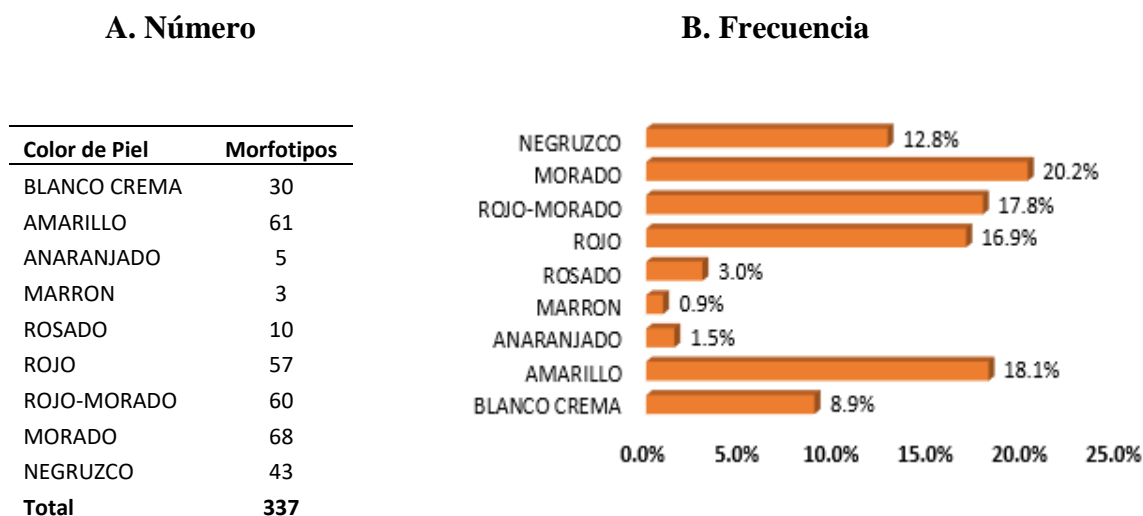
Con el análisis de los conglomerados se llegó a definir 337 morfotipos (Anexo 05), con los cuales se realizó el análisis de variabilidad fenotípica y el análisis de homologación.

4.2 Análisis descriptivo de la variabilidad fenotípica de los tubérculos

4.2.1 Color de la piel de los tubérculos

a. Color principal de la piel del tubérculo: En las muestras caracterizadas se identificó todos los posibles colores primarios o principales de la piel del tubérculo establecidos en los descriptores de papas (Tabla 2; Figura 5). Las muestras con color de piel principal morada fueron las más frecuentes (20.2 %). Las muestras con color de piel rojo, rojo-morado y amarillo presentaron una frecuencia semejante y las muestras con piel principal marrón y anaranjada fueron las menos frecuentes en el total de la colección. Los datos y frecuencias obtenidos guardan similitud con el análisis previo realizado por Egúsquiza (2013) en una colección de 370 grupos provenientes de la región Huánuco.

Tabla 2; Figura 5. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al color principal de la piel de los tubérculos.



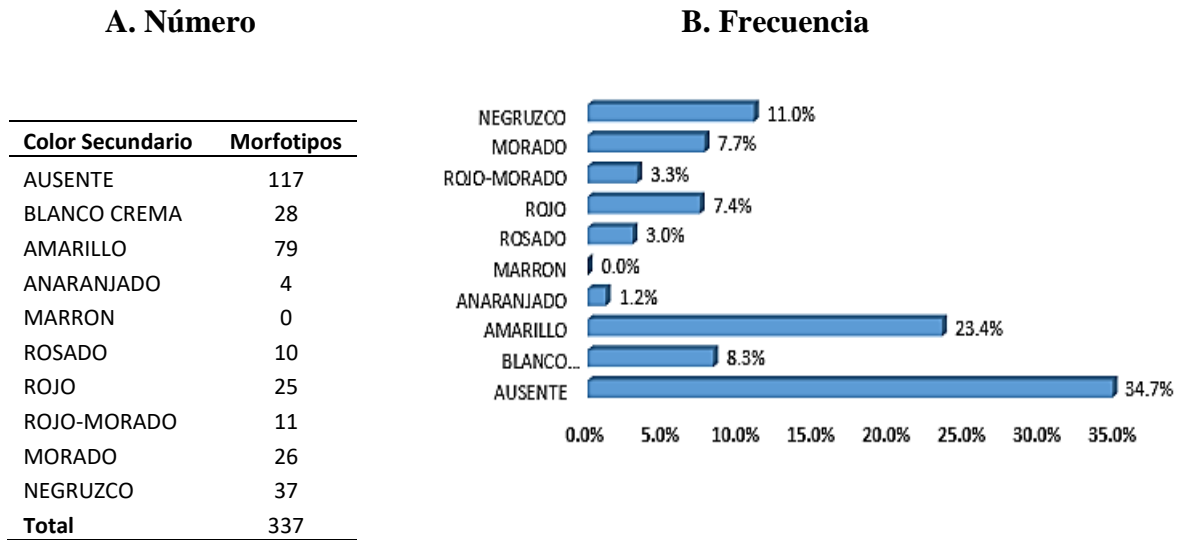
b. Intensidad del color principal de la piel del tubérculo: El color principal intenso en la piel de los tubérculos fue el de mayor frecuencia (56.4 %), la intensidad intermedia fue en el 39.8 % del total de morfotipos evaluados y el pálido fue de menor frecuencia (3.9 %).

La intensidad del color principal de la piel influyó en el aporte a la mayor variabilidad de las muestras y a las diferencias con respecto a evaluaciones previas. Cabe resaltar que la intensidad de color es una variable muy cualitativa e influenciada por el momento de evaluación (luminosidad, estado de las muestras y criterio del evaluador).

c. Color secundario de la piel: El 34.7 % de los morfotipos estudiados no presentaron color secundario en la piel (Figura 6), lo cual significa que alrededor de las dos terceras partes de los morfotipos presentaron algún color secundario.

Ochentauno (81) morfotipos con color primario rojo, rojo-morado, morado y negruzco no presentaron color secundario; de piel amarilla, uno de los más frecuentes, se identificaron 22 morfotipos que no presentan color secundario; y nueve morfotipos con color de piel único blanco crema; al igual que 5 morfotipos de piel color marrón, anaranjada y rosada.

Tabla 3; Figura 6. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al color secundario de la piel de los tubérculos.



Los colores secundarios de mayor frecuencia fueron de color amarillo, negruzco, morado, rojo y blanco crema. También, se presentaron las otras variantes de color secundario pero en menor frecuencia.

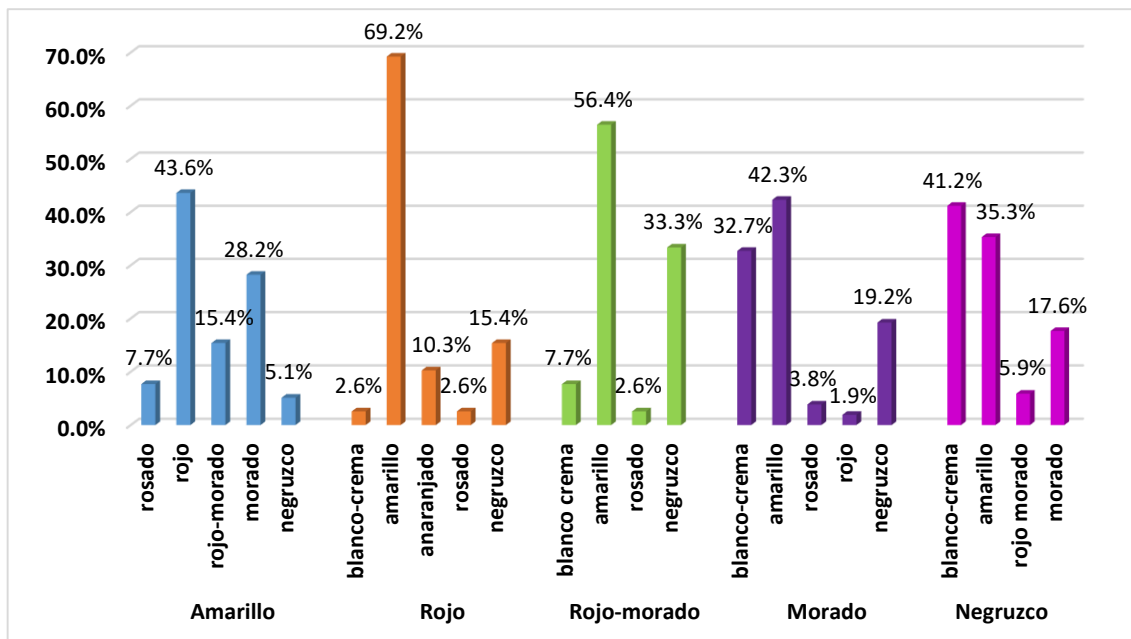
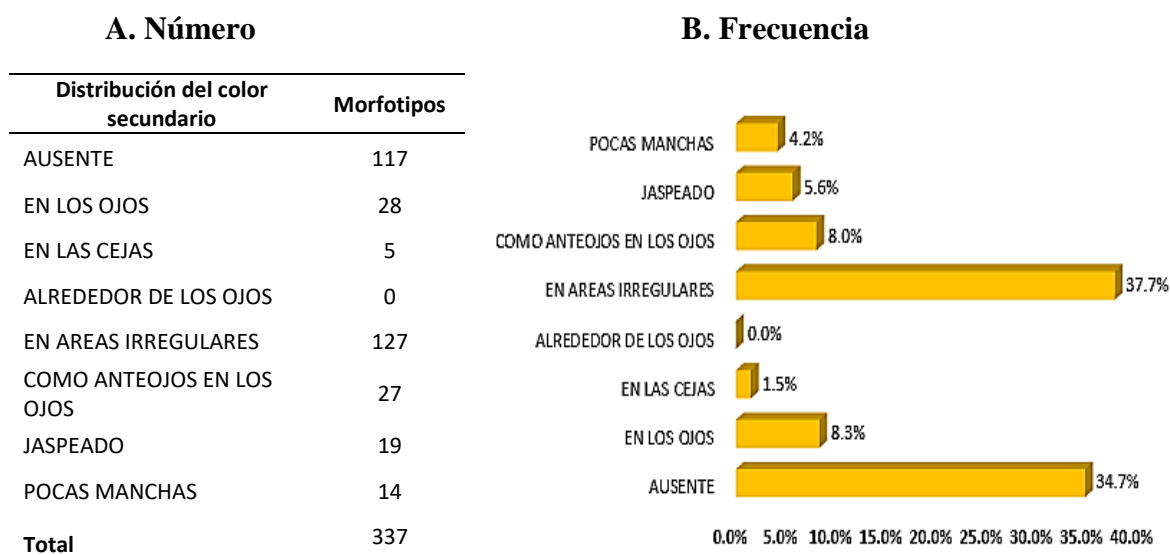


Figura 7. Frecuencia de morfotipos de acuerdo a la relación del color primario y secundario en la piel de los tubérculos.

Al analizar la relación que hay entre el color primario y color secundario en la piel del tubérculo (Figura 7), se observa que los morfotipos con color primario amarillo mayormente presentan color secundario rojo o rojo-morada. De la misma manera, los tubérculos de color principal rojo y rojo-morado en la piel, presentan una mayor probabilidad que el color secundario sea amarillo. Finalmente, los tubérculos de piel morada o negruzca como color principal, presentan con mayor probabilidad colores secundarios blanco crema o amarillo; estos colores secundarios pueden ser de forma de anteojos, en las cejas, áreas irregulares o pocas manchas.

d. Distribución del color secundario en la piel del tubérculo: La distribución del color secundario en forma de áreas irregulares se presenta con mayor frecuencia (37.7 %) al igual que la distribución “como anteojos” o “en los ojos” en un 8 %. Además, se identificaron morfotipos poli cromáticos como BRG (157, 159, 299, 301, 309 y 313) que presentan más de tres colores (amarillo, morado y negruzco) en áreas irregulares o en pocas manchas. En estos casos (Tabla 4; Figura 8) se registró el color secundario de mayor predominancia.

Tabla 4; Figura 8. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en la piel de los tubérculos.



4.2.2 Forma del tubérculo

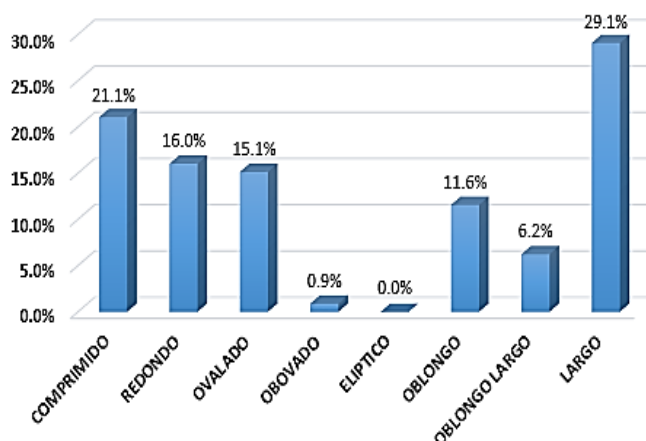
a. **Forma general del tubérculo:** El mayor número de morfotipos presentaron tubérculos de forma alargada (29.1 %) y comprimida (21.1 %) representando poco más de la mitad del total de morfotipos (Tabla 5; Figura 9). En menor frecuencia se registraron las formas generales obovados, largo oblongos y no se encontraron morfotipos de forma elíptica. Los datos obtenidos presentan similitud con la caracterización fenotípica de papas nativas cultivadas en la región Huánuco (Egúsquiza, 2013).

Tabla 5; Figura 9. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la forma general de los tubérculos.

A. Número

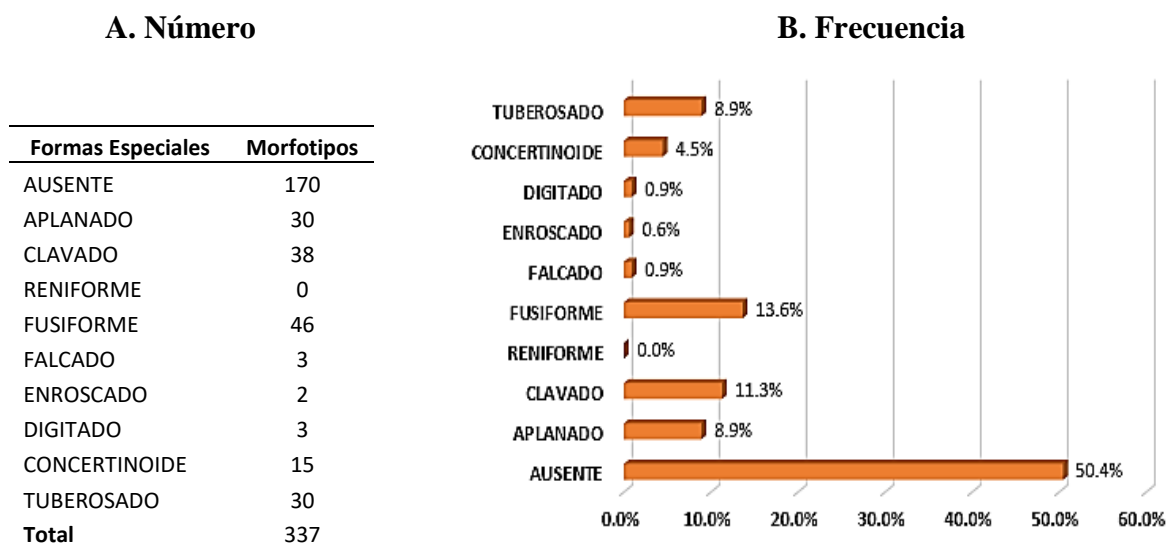
Forma General	Morfotipos
COMPRIMIDO	71
REDONDO	54
OVALADO	51
OBOVADO	3
ELIPTICO	0
OBLONGO	39
OBLONGO LARGO	21
LARGO	98
Total	337

B. Frecuencia



b. **Forma especial del tubérculo:** Un mayor número de morfotipos (50.4 %) no presentaron alguna de las formas especiales. Los tubérculos con forma especial fusiforme y clavada presentaron una frecuencia de 13.6 % y 11.3 %, respectivamente. Las otras formas especiales como aplanados, tuberosados, concertinados, digitados, enroscados y falcados también están presentes, pero en bajas frecuencias. No se registraron morfotipos con forma especial reniforme.

Tabla 6; Figura 10. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la forma especial de los tubérculos



c. Profundidad de ojos del tubérculo: El resultado más frecuente de la profundidad de ojos de los tubérculos es de profundidad media, poco más de la mitad (53.1 %), seguido por morfotipos que presentan ojos superficiales y profundos con 25.8 % y 14.2 %, respectivamente. También, hubo tubérculos con ojos salientes en un 5 % y una escasa presencia de tubérculos con ojos muy profundos.

4.2.3 Color de pulpa del tubérculo

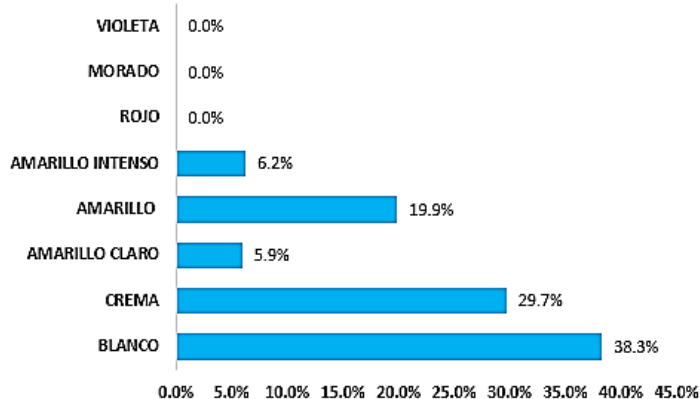
a. Color principal de la pulpa del tubérculo: Los colores principales de pulpa blanca y crema se registraron con mayor frecuencia (38.3 % y 29.7 %, respectivamente). La pulpa de color amarillo en sus distintas variantes se presentó en un 32 % del total de morfotipos. No se presentaron morfotipos con pulpa de color rojo, morado y violeta como color principal (Tabla 7; Figura 11).

Tabla 7; Figura11. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al color principal de la pulpa de los tubérculos.

A. Número

Color principal	Morfotipos
BLANCO	129
CREMA	100
AMARILLO CLARO	20
AMARILLO	67
AMARILLO INTENSO	21
ROJO	0
MORADO	0
VIOLETA	0
Total	337

B. Frecuencia



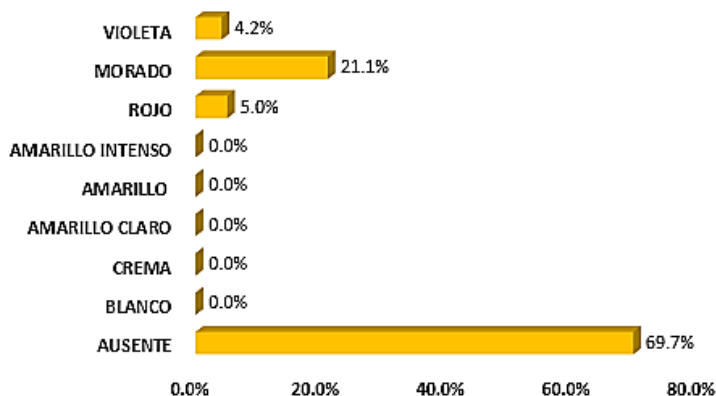
b. Color secundario de la pulpa del tubérculo: La mayor parte de los morfotipos evaluados (69.7 % del total) no presentaron pigmentos secundarios en la pulpa (Tabla 8; Figura 12) y en menores frecuencias se registraron pulpas con pigmentos secundarios morado, rojo y violeta con 21.1 %, 5 % y 4.2 %, respectivamente.

Tabla 8; Figura 12. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al color secundario presente en el tubérculo.

A. Número

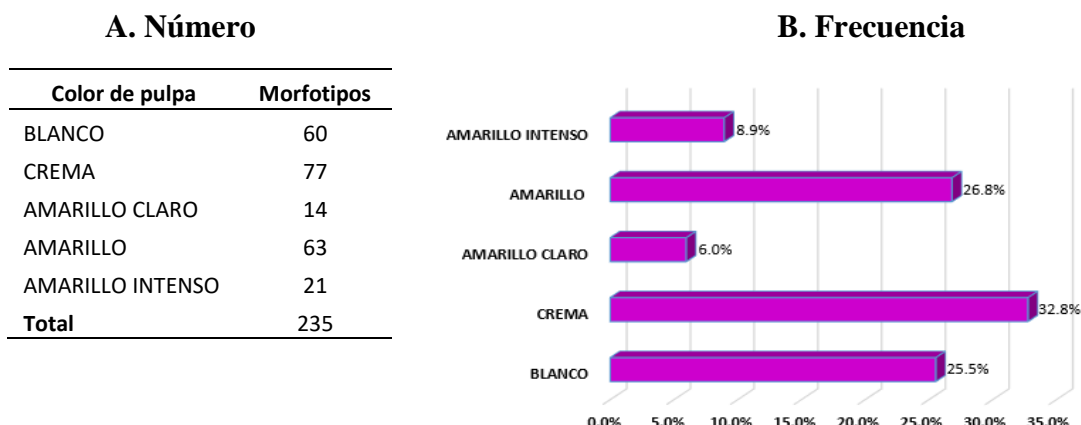
Color secundario	Morfotipos
AUSENTE	235
BLANCO	0
CREMA	0
AMARILLO CLARO	0
AMARILLO	0
AMARILLO INTENSO	0
ROJO	17
MORADO	71
VIOLETA	14
Total	337

B. Frecuencia



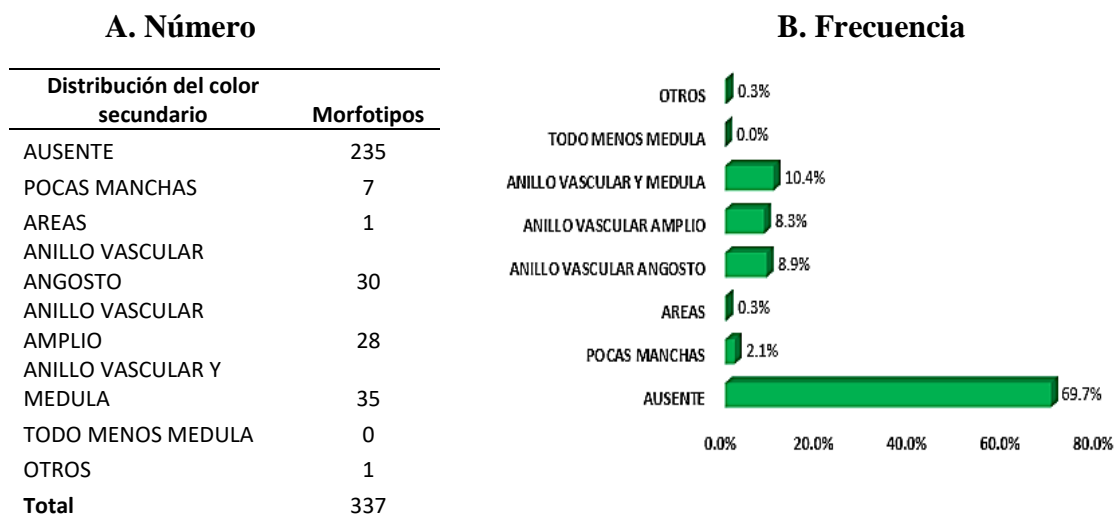
En el conjunto de morfotipos sin pigmentación secundaria en la pulpa (Tabla 9 y Figura 13), se identificó una predominancia de color crema (32.8 %), seguido del color amarillo con una frecuencia de 26.8 % y de pulpa blanca en un 25.5 %. Asimismo, se identificaron 21 morfotipos de pulpa amarilla intensa como el Morfotipo BRG-153 “Chacuapa runtun”, BRG-13 “Amarilla runtush” y 14 morfotipos de pulpa amarillo clara.

Tabla 9; Figura 13. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al color único de la pulpa en los tubérculos.



c. **Distribución del color secundario en la pulpa del tubérculo:** El color secundario en el anillo vascular y medula fue lo más frecuente (10.4 %) como se aprecia en el Morfotipo BRG-2 “Yuracc tabardillo”, y solamente en el anillo vascular (amplio y angosto) en el 8 %. Existen otras variantes de distribución del color en la pulpa como es el de “manchas” o “áreas” que se registraron en un 2.1 % y 0.3 %, respectivamente.

Tabla 10; Figura 14. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en los tubérculos.

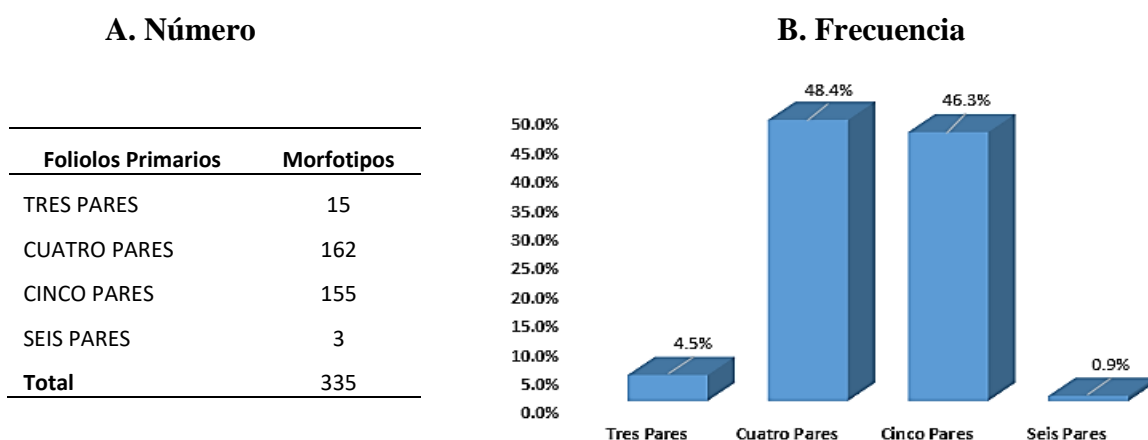


4.3 Análisis descriptivo de la variabilidad fenotípica de la planta

4.3.1 Disectividad de la hoja

a. **Número de pares de folíolos primarios:** Se registraron morfotipos con tres, cuatro, cinco y hasta seis pares de folíolos primarios (Tabla 11 y Figura 15). Las hojas con cuatro y cinco folíolos primarios fueron las de mayor frecuencia (48.4 y 46.3 %, respectivamente).

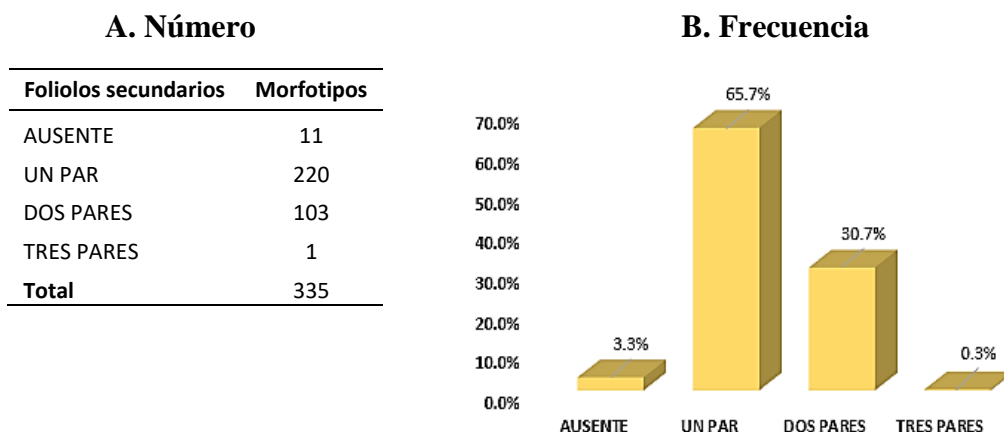
Tabla 11; Figura 15. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al número de pares de folíolos primarios en la hoja.



Se identificaron 15 morfotipos con tres pares de folíolos primarios que se consideran como de baja disectividad. Asimismo, se registró solo tres morfotipos (BRG 44; BRG 198; BRG 311) con seis pares de folíolos primarios que se consideran como de alta disectividad. Egúsqüiza (2014) reportó que el 93.1 % de los morfotipos evaluados presentaron cinco y seis pares de folíolos primarios. Estos resultados difieren con la presente evaluación y se atribuye a diferencias en las condiciones medioambientales.

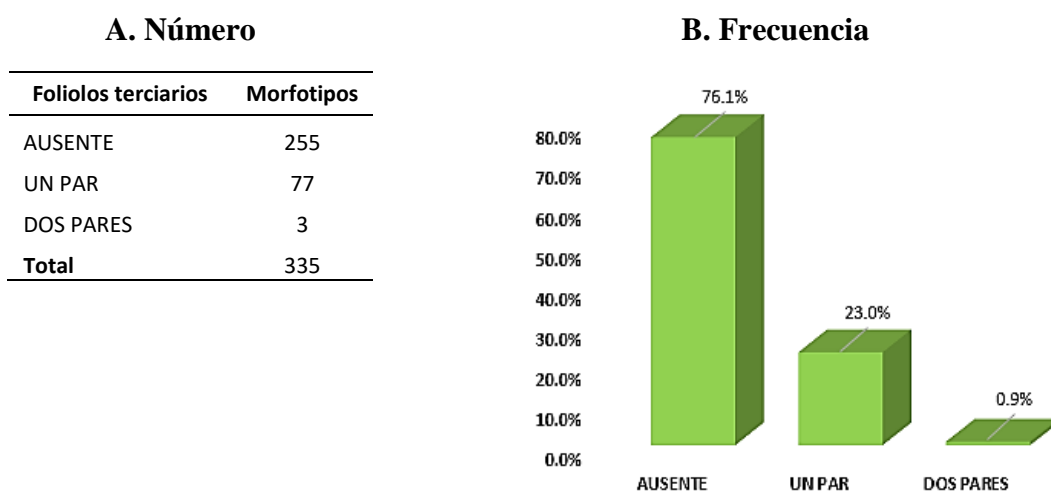
b. **Número de pares de folíolos secundarios:** La gran mayoría de morfotipos presentó hojas con folíolos secundarios, con excepción de 11 morfotipos. Se observó una mayor frecuencia (65.7 %) con un par de folíolos secundarios, con menor frecuencia (30.7 %) morfotipos con dos pares de folíolos y solo un morfotipo (BRG 264) con tres pares de folíolos (Tabla 12 y Figura 16).

Tabla 12; Figura 16. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al número de pares de foliolos secundarios presentes en la hoja.



c. Número de pares de foliolos terciarios: En el análisis de caracterización de foliolos terciarios (Tabla 13, Figura 17), se registró una mayor frecuencia (76.1 %) de morfotipos que carecen de estos foliolos. Por el contrario, el 23 % de morfotipos presentaron un par de foliolos terciarios. Asimismo, en solo tres morfotipos (BRG 44, BRG 184 y BRG 264) se visualizaron dos pares de foliolos terciarios.

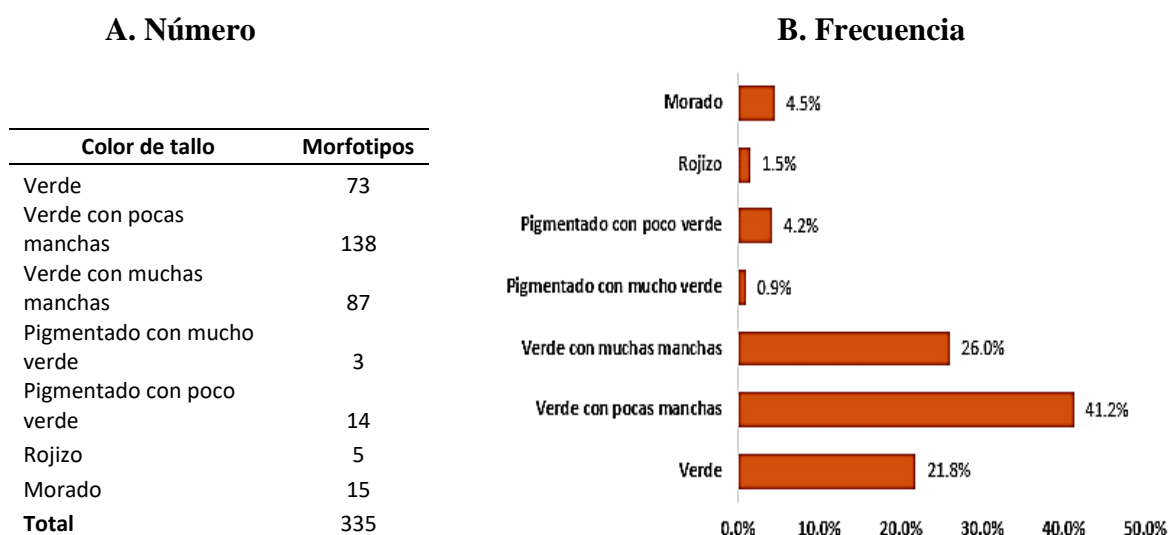
Tabla 13; Figura 17. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al número de pares de foliolos terciarios presentes en la hoja



4.3.2 Caracterización de tallos

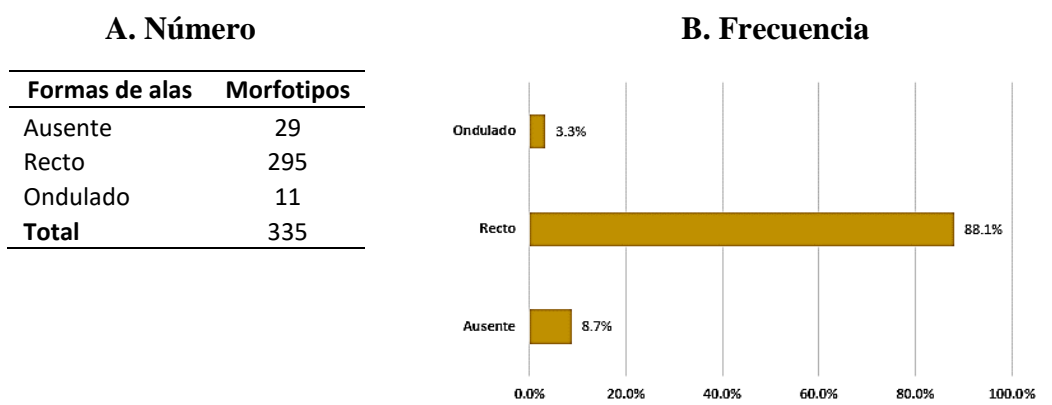
a. **Pigmentación de tallos:** Al registrar todos los colores posibles del tallo, se observó una mayor frecuencia (41.2 %) de morfotipos con tallos “verdes con pocas manchas” seguido de tallos verdes con muchas manchas y tallos solo verdes con frecuencias de 26 % y 21.8 %, respectivamente. También, se registró menor cantidad de tallos morados, rojizos y pigmentados con poco verde con frecuencias de 4.5 %, 1.5 % y 4.2 % (Tabla 14 y Figura 18).

Tabla 14; Figura 18. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la pigmentación del tallo.



b. **Forma de alas en el tallo:** La mayoría de morfotipos evaluados presentaron alas de forma recta (Tabla 15; Figura 19) en un 88.1 %, a diferencia (3.3 %) de aquellos que presentaron alas de forma ondulada. También, se observaron 29 morfotipos que no presentaron alas o que no fueron perceptibles en el momento de la evaluación.

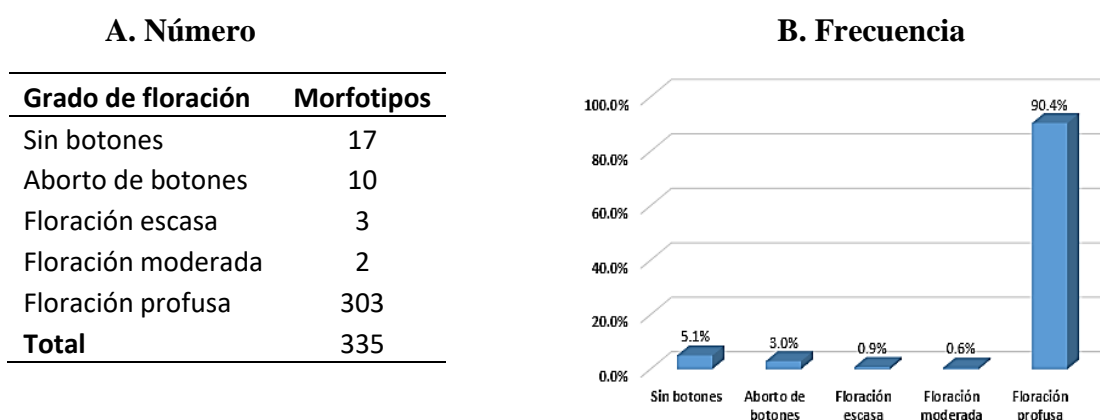
Tabla 15; Figura 19. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la forma de sus alas en los tallos.



4.3.3 Caracterización de la flor

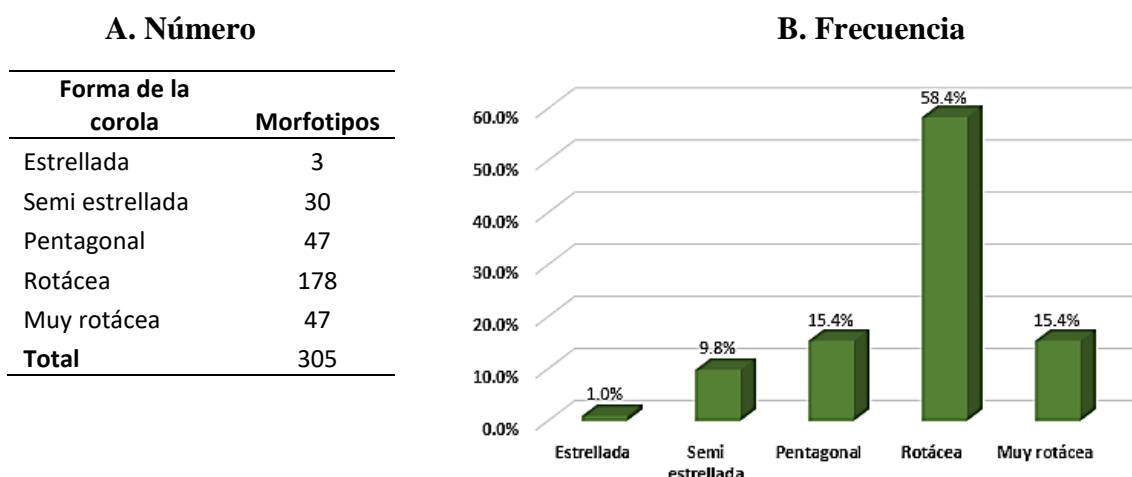
a. **Grado de floración:** El grado de floración de los morfotipos evaluados se puede visualizar en el Tabla 16 y Figura 20. Se observa que el 90.4 % de los morfotipos presentaron floración profusa; los morfotipos BRG-123 y BRG-229 mostraron floración moderada, y los BRG-145, BRG-147, BRG-148 con floración escasa. Cabe mencionar que también se registró aquellos morfotipos sin botones florales en un 5.1 % y aborto de botones en un 3.0 %.

Tabla 16; Figura 20. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al grado de floración.



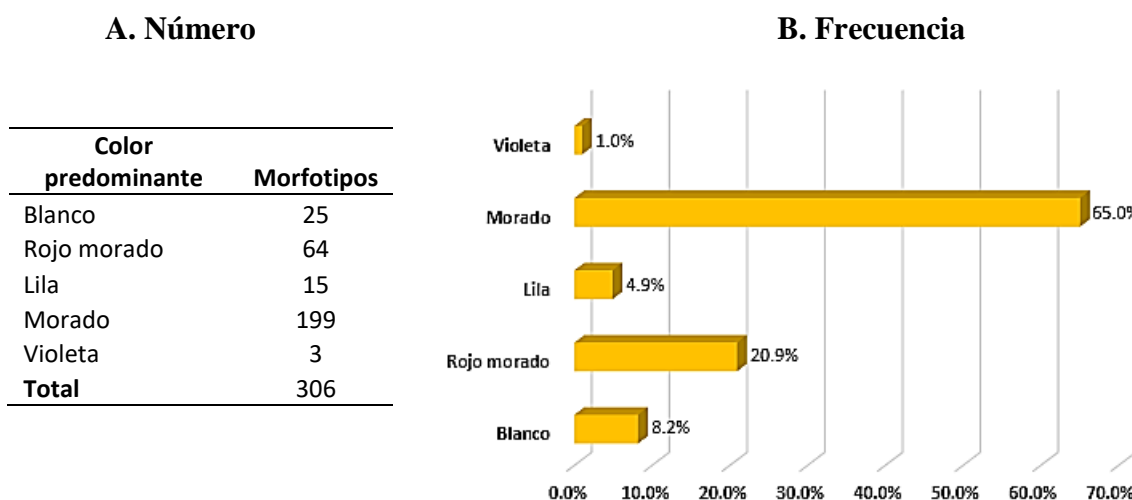
b. **Forma de la corola:** Los morfotipos analizados presentan corolas de forma rotácea, muy rotácea, pentagonal, semi estrellada y estrellada (Tabla 17), predominando en poco más de la mitad de morfotipos, corolas de forma rotáceas en una frecuencia de 58.4 % (Figura 21) y en menor frecuencia los que presentan forma pentagonal y muy rotácea (15.4 % cada uno). Los de forma estrellada se registraron en solo tres morfotipos (BRG-15, BRG-147 y BRG-201).

Tabla 17; Figura 21. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la forma de sus corolas.



c. Color predominante de la flor

Tabla 18; Figura 22. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al color predominante de sus flores.



Los morfotipos analizados registraron flores de color violeta, lila, blanco, rojo morado y morado (Tabla 18; Figura 22). La flor morada fue la de mayor frecuencia en un 65 % seguidas del color rojo morado con 20.9 %. Cabe mencionar que este resultado es semejante a los resultados obtenidos por Egúsquiza (2013), quien registró un 49.49 % de flores de color morado y 18.98 % de flores rojo morado.

De la misma manera, hay una similitud en porcentajes de morfotipos con flores de color blanco (8.2 %) y lila (4.9 %); además, solo se registraron tres morfotipos (BRG 40, BRG 162, BRG 295) con flores de color violeta.

d. Intensidad del color predominante de la flor: Los morfotipos evaluados en la presente investigación tienden a presentar una intensidad de color de intermedio a oscuros en una frecuencia de 79.1 % y un porcentaje mínimo de flores con color primario pálido (20.9 %).

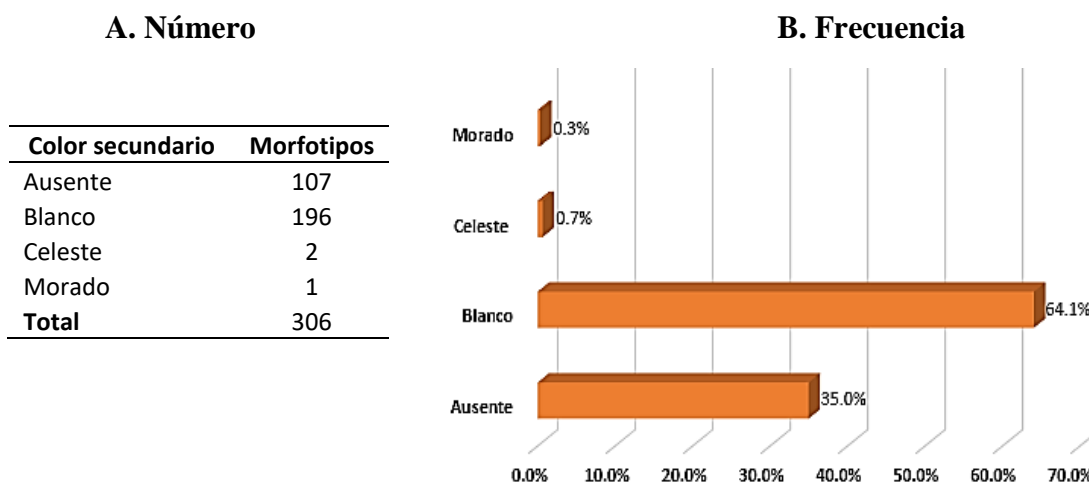
Tabla 19. Número de morfotipos de acuerdo al color predominante de la flor

Intensidad de color primario	Morfotipos	Porcentajes
Pálido	64	20.9%
Intermedio	124	40.5%
Oscuro	118	38.6%
Total	306	100

Egúsquiza (2013) encontró una mayor frecuencia de flores con color de intensidad intermedia (37.63 %) en condiciones de sierra y 34.24 % en costa; resultando una ligera similitud de porcentajes con respecto a la presente investigación.

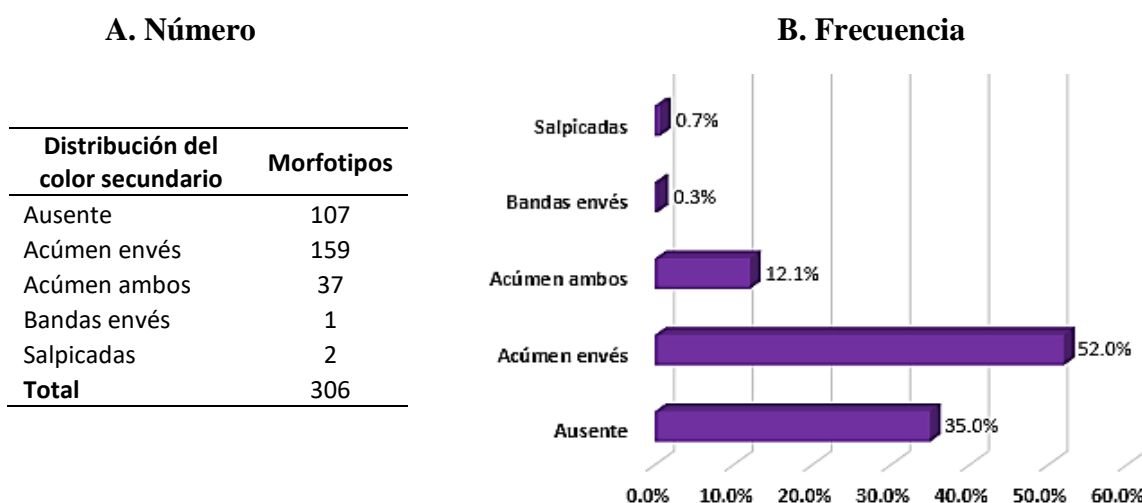
e. Presencia del color secundario en la flor: Poco más de la tercera parte (35 % de los morfotipos no presentaron color secundario en la flor. En la tabla 20 y en figura 23, se observa que la mayor parte de las muestras analizadas presentaron color secundario, siendo el color blanco presente en más de la mitad (64.1 %) de los morfotipos analizados. También, se registró otras variantes de color secundario como celeste y morado pero en mínima presencia por ejemplo: Los morfotipos BRG 182 y BRG 186 presentaron color secundario celeste, mientras que el morfotipo BRG 200A presentó color secundario morado.

Tabla 20; Figura 23. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la presencia y color secundario en las flores.



f. **Distribución del color secundario en la flor:** Al registrar las variantes de distribución del color secundario en la flor de los morfotipos, se observó (Tabla 21 y Figura 24) que, hay una mayor frecuencia del color secundario en el envés del acúmen en un 52 % del total de las muestras. Asimismo, se registraron morfotipos de flores con acúmenes pigmentados de color blanco en el haz y envés en un 12.1 %.

Tabla 21; Figura 24. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la distribución del color secundario en las flores.



Solamente el morfotipo BRG-200A presentó pigmentación secundaria morada en forma de bandas en el envés y los morfotipos BRG-182 y BRG-186 presentaron pigmentación secundaria celeste pero de distribución salpicada.

g. Pigmentación en las anteras: En el presente análisis, todos los morfotipos presentaron anteras sin color secundario. Este mismo resultado se asemeja a la investigación realizado por Egúsquiza (2013), el cual identificó un 90.8 % de variedades sin pigmentación de anteras. Además, registró otras expresiones de pigmentación como “banda pigmentada” y “pigmentos en el ápice” pero en baja frecuencia.

Tabla 22. Número (A) de morfotipos de acuerdo a la distribución de la pigmentación en las anteras.

A. Número

Color de antera	Morfotipos
Sin antocianinas	306
Bandas pigmentadas (PAS)	0
pigmento en ápice (PAT)	0
PAS + PAT	0
Antera rojo marrón	0
Total	306

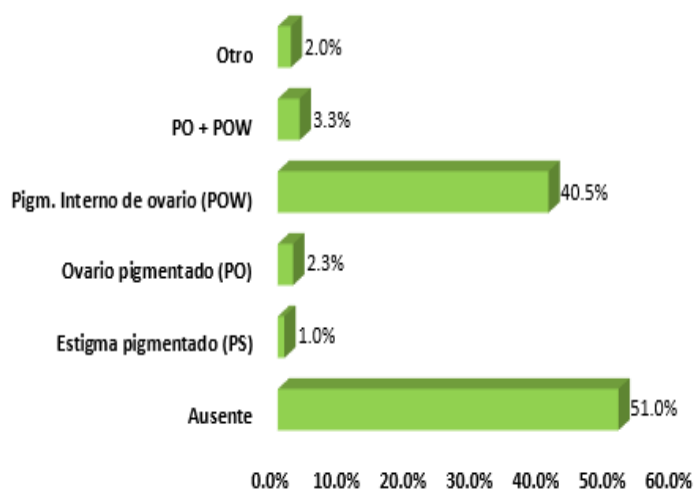
h. Pigmentación en el pistilo: En la evaluación de pigmentos en el pistilo (Tabla 23 y Figura 25), que se ha registrado ausencia de pigmentación secundaria en poco más del 50 % del total de morfotipos evaluados.

Tabla 23; Figura 25. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo a la pigmentación del pistilo.

A. Número

Color en el pistilo	Morfotipos
Ausente	156
Estigma pigmentado (PS)	3
Ovario pigmentado (PO)	7
Pigm. Interno de ovario (POW)	124
PO + POW	10
Otro	6
Total	306

B. Frecuencia



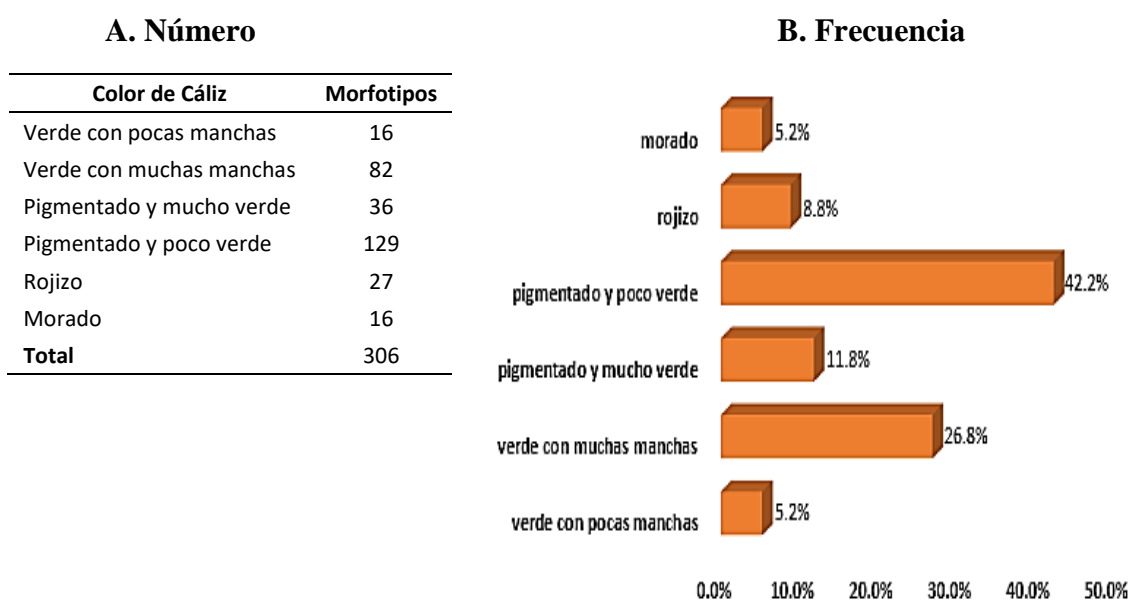
En cuanto a la presencia de pigmentos en el pistilo, hubo una mayor frecuencia (40.5 %) de morfotipos con pigmentación en el interior del ovario. También, se registró “estigma pigmentado” pero en pocos casos (BRG 220, BRG 229 y BRG 326).

Los morfotipos BRG 29, BRG 31, BRG 141, BRG 230, BRG 246, BRG 284 y BRG 290 presentaron pigmentos en el exterior del ovario, y los que mostraron pigmentación tanto en el interior como en el exterior del ovario (Tabla 23) fueron 10 morfotipos (como los BRG 55, BRG 60, BRG 140).

Cabe mencionar, que se registraron 6 morfotipos con otros tipos de pigmentación en el pistilo. Los morfotipos BRG 210, BRG 253, BRG 286 presentaron pigmentación en el tercio superior del estilo e interior del ovario, y los morfotipos BRG 165, BRG 322 y BRG 325 presentaron pigmentación solo en el tercio superior del estilo.

i. Color del cáliz: se evidenció (Tabla 24 y Figura 26) una mayor frecuencia (42.2 %) de morfotipos con cálices “pigmentado y con poco verde”. Egúsqüiza (2013), menciona que hay una mayor frecuencia de este estado en un 49.2 % en condiciones de Sierra (Huánuco) y 53.6 % en Costa. También, se registró un 26.8 % de morfotipos con “cálices verdes y con muchas manchas”.

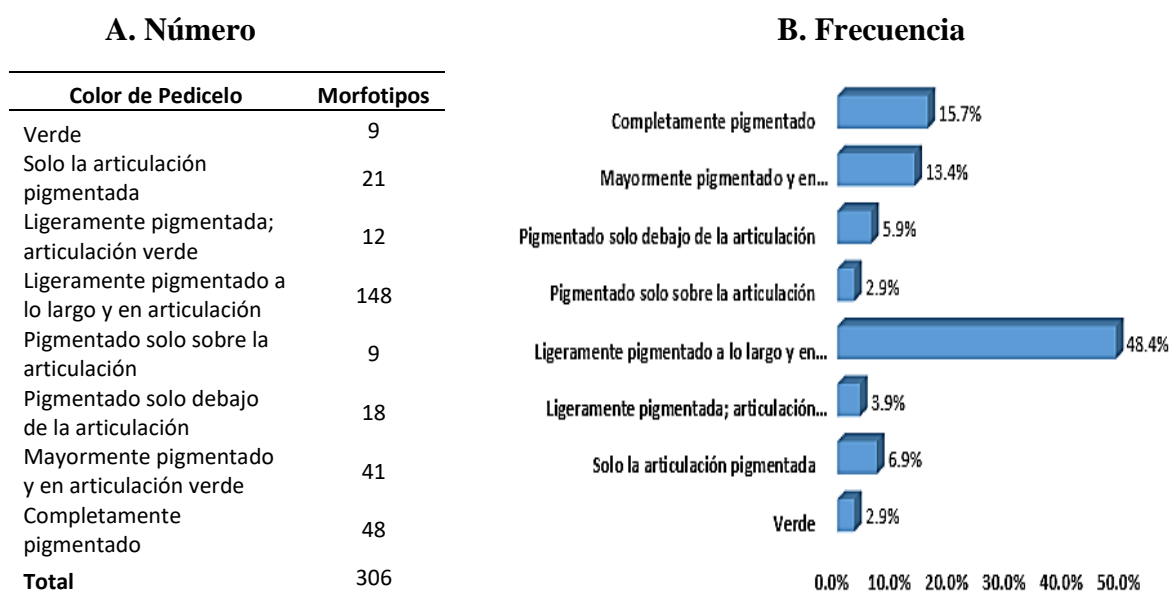
Tabla 24; Figura 26. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al color del cáliz de la flor.



No se evidenciaron cálices completamente verdes; sin embargo, se registraron un 5.2 % de morfotipos con cálices verdes, pero con pocas manchas. Finalmente, se registraron otros colores completos en el cáliz en los morfotipos evaluados (Tabla 24); como rojizo (BRG 26, BRG 66, BRG 180) y morado (BRG 58, BRG 67, BRG 198) con una frecuencia de 8.8 % y 5.2 % respectivamente.

j. Color de pedicelos: En la colección de morfotipos se encontró mayor frecuencia (48.4 %) con pedicelos “ligeramente pigmentados a lo largo y en la articulación” (Figura 27); solo 9 morfotipos como BRG-13, BRG-18, BRG-134, BRG-177, BRG-179, BRG-182, BRG-186, BRG-189 y BRG-191 presentaron pedicelos verdes. También, se registraron el 15.7 % de morfotipos con pedicelos completamente pigmentados (Figura 28) y 41 morfotipos con pedicelos “mayormente pigmentados pero con la articulación verde”.

Tabla 25; Figura 27. Número (A) y Frecuencia (B) de morfotipos de acuerdo al color del pedicelo de la flor.



4.4 Análisis de homologación

Al realizar el proceso de homologación, mediante comparaciones de los descriptores de caracteres morfológicos con los morfotipos del “Catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco” publicado por Egúsquiza (2015), se identificaron en total 76 morfotipos como iguales (homólogos) y 23 morfotipos del Catálogo que no se puede afirmar que son los mismos a lo descrito en el Catálogo de Egúsquiza (Figura 28).

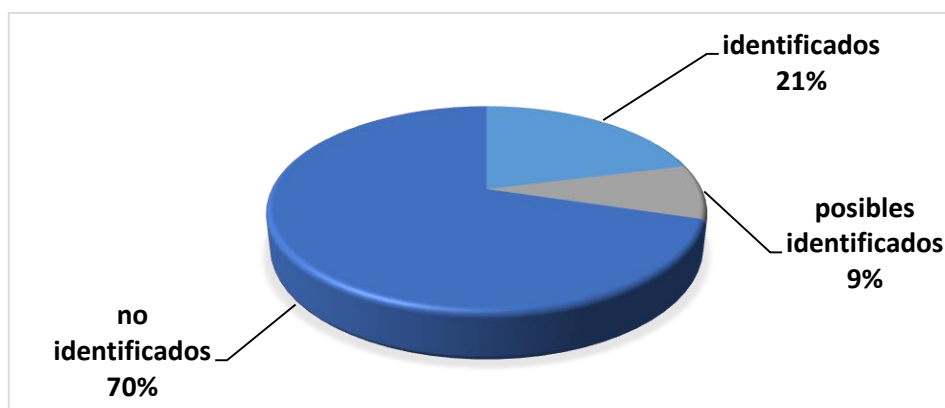


Figura 28. Porcentajes de morfotipos homologados e identificados con el catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco.

4.4.1 Análisis de las diferencias de caracteres

Todos los caracteres de la papa que son usados para caracterizar morfológicamente y poder diferenciar unas de otras, no tienen la misma estabilidad; hay caracteres que son más influenciados por el medio ambiente que otros. Además, esta variación también puede ser influenciada por el momento de evaluación y los criterios del evaluador. Por ello, este análisis es realizado para identificar diferencias de cada carácter morfológico en el proceso de homologación de los morfotipos que han sido denominados como “iguales o idénticos” u homólogos con respecto a la colección del catálogo.

No se encontraron diferencias significativas en la disectividad de hoja. Se observó una diferencia mínima de 4% en el carácter color de pistilo, 5% y 8% en el color secundario de la pulpa y pigmentación de antera respectivamente. Estas características fueron más estables en comparación con los demás caracteres analizados.

Los descriptores de tubérculos (Figura 29) presentaron mayor estabilidad oscilando en un rango de 5% a 33% de variación con los descriptores del Catálogo. Los caracteres intensidad del color principal del tubérculo, color principal de la pulpa y número de ojos, presentaron mayor variación ya que estos caracteres son más subjetivos dentro de los descriptores del tubérculo.

De la misma manera, entre los descriptores de la parte área de la planta, el color de tallo, grado de floración, intensidad de color principal de la flor, color de cáliz y color de pedicelo, presentaron desde 37% a 64% de variación ya que su caracterización es muy subjetiva en comparación con el color principal de la corola, pigmentación de anteras, pigmentación de pistilo, que presentaron menor variación.

Finalmente, el número de folíolos primarios, número de interhojuelos entre folíolos primarios y número de interhojuelos sobre peciolulos, presentaron mayores variaciones en 56%, 58% y 45%, respectivamente, obteniendo un comportamiento que aportan más a la variabilidad.

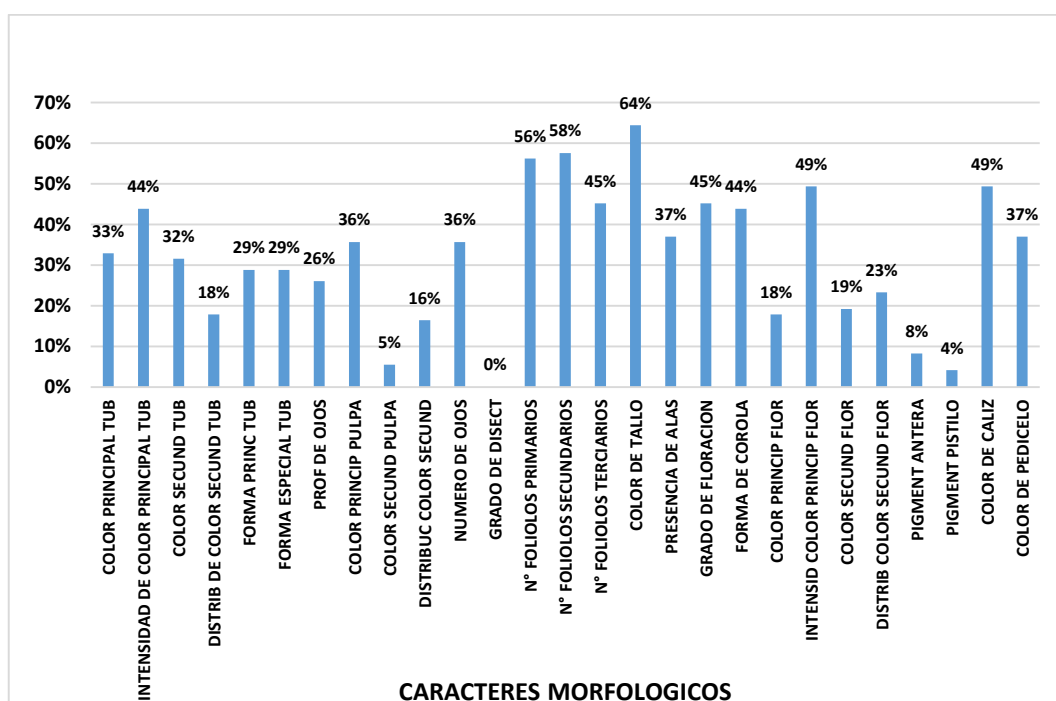


Figura 29. Diferencias (%) de caracteres encontradas entre la colección de estudio y el catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco.

Perazzo (2005) analizó 83 entradas de papa pertenecientes a las especies *S. tuberosum* spp. *andigena*, *S. goniocalyx*, *S. stenotomum* y *S. chaucha* del banco de germoplasma del CIP, menciona que los descriptores de tubérculos son las más estables con 1.3% de variación del total de entradas evaluadas. Los descriptores de color de tallo, color primario de la flor, intensidad del color primario de la flor y color de cáliz, presentaron una variación fluctuante de 10.2% a 17.5%; en tanto que, el color e intensidad de color presentaron un alto grado de variación porque su caracterización es muy subjetiva. Además, los caracteres morfológicos como el número de foliolos laterales, número de interhojuelas entre foliolos laterales, número de interhojuelas sobre peciolulos y el grado de floración, presentaron una variación de 48.8%, 52.4%, 41.5% y 40.2% respectivamente.

4.4.2 Diferencias generales entre descriptores

En el desarrollo de la homologación se identificaron muchas variaciones en las comparaciones de los descriptores entre los morfotipos del presente estudio y los descritos en el catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco. De esta manera, no se pudo identificar de manera inmediata a los morfotipos homólogos; sin embargo había indicios de homología.

Tabla 26. Ejemplo de diferencias de descriptores entre el Morfotipo BRG-281 y el Morfotipo RE- 218 del catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco.

BRG-281	7	3	2	7	6	0	5	4	0	0	4	3	4	1	1	2	2	7	7	3	2	1	2	0	0	5	4
RE-218	6	2	3	6	6	0	5	5	0	0	4	3	5	2	1	2	0	7	7	3	3	1	2	0	0	4	4

Una primera observación y comparación de descriptores de los morfotipos BRG-281 y RE-218 (Tabla 26), resaltan diez diferencias como en el color principal de la piel de tubérculo y su intensidad, color secundario de la piel y su distribución, tonalidad de color de la pulpa, forma de alas, intensidad de color de la flor y pigmentación del cáliz, cuyas diferencias son mayormente de un grado. En cambio, el número de foliolos primarios y secundarios presentan diferencias marcadas. En otras comparaciones del proceso de homologación, se encontraron hasta 16 caracteres diferentes que aun así se consideran como indicios de semejanza o igualdad.

La determinación de morfotipos homologados y categorizados como iguales con respecto a la colección de papas nativas del catálogo, se basó en los siguientes criterios:

a. Diferencias en el color de la piel del tubérculo: Los morfotipos que presentaron mayores indicios de ser identificados como homólogos, presentaron 18% a 33% de diferencias al comparar los descriptores de la piel del tubérculo. Esto es debido a distintos factores como la variación natural en la distribución del color dominante, edad del tubérculo, luminosidad del medio y criterio del evaluador.

En aquellos tubérculos que presentan color secundario en la piel o en algunos casos de morfotipos de un solo color, se ha observado que en el momento de la cosecha los tubérculos de una misma planta presentan variación de los colores, que puede ser debido a la diferencia de tamaño y/o momento de desarrollo de los tubérculos o la misma expresión genotípica (Figura 30: BRG 307).



Figura 30. Variación de los descriptores del color de tubérculo del morfotipo BRG 307

En otro caso, el morfotipo BRG-139 que presenta una pigmentación de piel (7324), es decir rojo morado intenso con color secundario amarillo en áreas irregulares (Figura 31); y en el Catálogo el morfotipo RE-18 tiene asignado una coloración de (2274). Son considerados como Morfotipos Homólogos.



BRG-139



RE-18 (Almidón sapa muru)

Figura 31. Variación de los descriptores del color de tubérculos de los Morfotipos BRG 139 y su Homólogo RE 18

En la descripción de la piel del tubérculo hay Morfotipos que presentan pocos ojos y a su vez con color secundario “como anteojos” en los ojos (Morfotipo BRG 267) bien definidos a lo descrito. Al respecto, otros morfotipos como el BRG 255 presentan mayor número de ojos, pueden presentar dominancia del color secundario que desplaza al color primario, resultando este último como de color secundario en área irregular (Figura 32).



BRG 267



BRG 255

Figura 32. Variación de los descriptores del color secundario de Morfotipos con diferente número de ojos

Los descriptores del color de piel del morfotipo BRG 242 (2274) indican que es de piel amarilla de mediana intensidad y coloración secundaria rojo morada en área irregular; sin embargo, en los descriptores del mismo Morfotipo, en el Catálogo se indica que es 7325 “rojo morado intenso con color secundario amarillo con forma de anteojos” (Figura 33).



Descriptores del color de piel del Morfotipo BRG 242 = 2274

Figura 33. Descriptores del color primario y secundario del Morfotipo BRG 242

Los tubérculos con varios días después de ser cosechados presentan mayor intensidad en el color de piel respecto a los tubérculos recién cosechados; por ejemplo, al caracterizar la piel del morfotipo BRG-203 (Figura 34) que presentaba brotación, se describió como de color rojo morado intenso (7300); sin embargo, poco después de la cosecha se describió como de color rojo morado con intensidad intermedia (7200). Estos caracteres cualitativos también son influenciados por la intensidad lumínica del medio en la que fue evaluada. Aquellos que fueron evaluados a plena luz del día directa, la intensidad de color tiene un grado menor con respecto a los que son evaluados con luz difusa o luz artificial baja; generando así variaciones en la codificación de la intensidad de color presente en la piel del tubérculo.



BRG-203 antes de la siembra

BRG-203. Después de la cosecha

Figura 34. Color primario de la piel del BRG 203

b. Diferencias en las formas de los tubérculos: En la homologación de morfotipos se identificaron algunos que tenían 21% de diferencias en los descriptores de la forma de tubérculo con respecto a los del catálogo; también se observó morfotipos con ligeras o mínimas diferencias.

En la cosecha de tubérculos de un Morfotipo puede encontrarse variación en las formas. Por ejemplo, el BRG 130, descritos como de forma redonda (Figura 35) en la cosecha presentaba tanto tubérculos redondos como comprimidos. Tubérculos de forma corto oblonga como el BRG 194 (Figura 07), BRG 195 y BRG 295, en la cosecha presentan tubérculos corto oblongos, oblongos y en algunos casos redondos; sin embargo, estos últimos eran tubérculos medianos y/o pequeños; las diferencias de tamaños por diferencias de tiempo de desarrollo y llenado de los tubérculos influyen en la caracterización de la forma.



Figura 35. Formas variables de tubérculos

El morfotipo BRG 203 (Figura 34) fue descrito como corto oblongo concertinado y en la cosecha fue descrita como corto oblongo no concertinado. De la misma manera, tubérculos descritos como largos fusiformes, presentaron posteriormente tubérculos con forma especial falcada y fusiforme o aquellos que fueron descritos como forma especial clavados como BRG 201 (Figura 35) también presentaron formas especiales fusiformes.

En el desarrollo de la homologación el morfotipo BRG 194 (Figura 35) tiene la forma corto oblongo concertinado (685) y su homólogo RE-217 no presenta la forma especial concertinado aunque fue descrito que puede presentar formas concertinadas. Caso similar es el morfotipo BRG 203, esta presenta la forma de corto oblongo (605) y su homólogo en el Catálogo presenta forma (785) oblongo concertinado con ojos semi profundos. Otro caso, es

el morfotipo BRG 201 que presenta forma de tubérculo (845) largo fusiforme y su homólogo RE-189 fue descrito como (825) tubérculos largos clavado. Estas diferencias de códigos de descriptores que describen las formas del tubérculo, pueden ser aceptadas como iguales, ya que estas diferencias pueden ser efectos de factores nutricionales, fitosanitarios y/o factores medioambientales.

c. Diferencias en colores de la pulpa del tubérculo: Para la homologación, se ha tomado en cuenta las diferencias en la coloración de la pulpa del tubérculo, que son diferencias en los grados de colores principales como pulpa blanca crema como del morfotipo BRG 18 que se considera homólogo del RE-231, amarillo claro; en otro caso el de pulpa amarilla y amarillo intenso descrito en los morfotipo BRG 79 y BRG 238 con sus respectivos homólogos RE-218 y RE-159. Estas diferencias en el color de la pulpa, son influenciadas por la intensidad e incidencia lumínica al momento de observar la pulpa. También, es influenciada por la edad del tubérculo, ya que al llegar al estado de brotación están en constante respiración y a su vez reduciendo el porcentaje de humedad, en consecuencia, aumenta la concentración de la pigmentación de la pulpa.

d. Diferencias en la disectividad de hojas: Al analizar la disectividad de hoja obtenidos de la colección con sus homólogos, estas presentaron el 41% de variación que no permiten en base a este criterio afirmar que son iguales. Eso es debido a que la disectividad de la hoja no es muy estable y es influenciada por 5 factores como la temperatura, incidencia solar, agua, estado nutricional y enfermedades fitosanitarios que pueden influir en las cantidades de folíolos primarios, secundarios y terciarios. Al estudiar los efectos de la temperatura en la planta, Bodlaender (1963) citado por Bollo (2010), menciona que existe mayor formación de hojas (mayor disectividad) cuando la temperatura es más alta y viceversa en el estudio de la respuesta de poblaciones avanzadas de papa a condiciones de altas temperaturas; otro estudio elaborado por Takahashi (1975), menciona que al desarrollar la investigación con la cv. Chata blanca desarrollada en condiciones de La Molina, estas poseen mayor número de hojas y mayor peso fresco respecto a las plantaciones realizadas en Matucana.

Los resultados obtenidos con respecto a la variación de la disectividad de hoja desarrollado por Egúsquiza (2013), menciona que los folíolos primarios de las variedades sésiles chaucha larga y azul juytu mostraron solamente tres pares de folíolos primarios en sierra. Las mismas

variedades, en costa presentaron cuatro pares de foliolos primarios. Asimismo, reportó que en las 311 papas cultivadas en costa y en sierra presentaron mayor frecuencia (57.6%) de seis pares de foliolos primarios en Costa y 54.2% cinco pares en Sierra. Los foliolos secundarios también presentaron variación en uno; en costa presentaron mayor disectividad con 3 pares de foliolos secundarios que en sierra con 2 pares de foliolos secundarios. Asimismo, en costa presentó mayor frecuencia de foliolos terciarios que en sierra en un 6.8% y 1.9%, respectivamente, de las 311 variedades sembradas. Por lo cual, concluye que las diferencias de temperaturas entre las dos regiones afectan el metabolismo general de las plantas.

e. Diferencias en el color de tallo: Los morfotipos homologados presentaron 47% de diferencias en la pigmentación del tallo. Sin embargo, estas diferencias no son bien marcadas (Tabla 02); ejemplo de ello, son los morfotipos BRG 66 y BRG 256, quienes tienen los tallos verdes y sus homólogos RE-81 y RE-92 con tallos de color verde, pero con pocas manchas. Casos similares de grado de similitud se repiten en 17 morfotipos homologados.

Mosquera (2010) concluye que la pigmentación de tallos de planta adulta se debe a la segregación de un locus con 2 alelos entre los que existe dominancia completa y que el área de la distribución de la pigmentación tendría un sustento genético en el efecto de dosaje (acumulativo) de números de alelos dominantes P presentes en cada genotipo. También, observó que las expresiones de la pigmentación se deben al efecto del medio ambiente, cuyos componentes serían la intensidad lumínica y temperatura. Ya que al realizar la instalación de la papa en invernadero durante la primavera 2006, mostraron pigmentación intensa; sin embargo, los mismos clones creciendo en campo en invierno 2007 con baja intensidad lumínica y baja temperatura, mostraron pigmentación intensa, pero con áreas verdes.

Tabla 27. Rango de similitud del descriptor color de tallo

COLOR DE TALLO	
1. Verde	Presentan similitud
2. Verde con pocas manchas	
3. Verde con muchas manchas	Presentan similitud
4. Pigmentado con abundante verde	
5. Pigmentado con poco verde	Presentan similitud
6. Rojizo	
7. Morado	Presenta similitud con la coloración rojiza

f. Diferencias en el color de flor: Los colores principales de las flores como blancas, rojo rosado, rojo morado, celestes, azul morado, lila, morado y violeta son estados de caracteres mucho más estables que los demás caracteres de la papa. Se encontró hasta 13% de morfotipos homologados, que presentaron diferencia en los estados de los colores morados a rojo morado. Las diferencias se deben a tres factores que inciden y favorecen a la variación del carácter: el estado de la apertura floral varía la intensidad del color de los pétalos, desde el inicio de la primera apertura floral hasta su senescencia la intensidad disminuye de oscuro a pálido. La intensidad lumínica del medio influye directamente en la intensidad del color de la flor debido a que la luz del día resalta el color con mayor brillo pero disminuyendo la saturación del pigmento del pétalo. El criterio de observación del evaluador influye en los dos primeros factores generando variantes en la asignación de estado del carácter.

g. Diferencias en el color de pistilo: En el desarrollo de la homologación, se obtuvo una mayor estabilidad en los estados de pigmentación del pistilo en un 3% de variación. La diferencia encontrada de la pigmentación en el pistilo del morfotipo BRG-221 con su homólogo RE-32 y BRG-205 con RE-266, es la pigmentación de ovario interno a pigmentación del ovario interno y externo.

h. Diferencias en el color de cáliz y pedicelo: Las diferencias encontradas del color de cáliz en los morfotipos homologados no son bien diferenciadas ya que presentan cierta similitud en los estados de caracteres. Caso similar con los estados de coloración del tallo. Del total de los morfotipos evaluados se registró una variación del 49% la cual indica que es un carácter poco estable y muy subjetivo.

Tabla 28. Rango de similitud del descriptor color de cáliz

COLOR DE CALIZ	
1. Verde	No presenta similitud con los demás estados
2. Verde con pocas manchas	Presentan similitud
3. Verde con muchas manchas	
4. Pigmentado y mucho verde	Similar con el estado 3
5. Pigmentado y poco verde	Presentan alta similitud con el estado 6 y 3
6. Rojizo	Presentan similitud
7. Morado	

Caso similar, es en el tipo de pigmentación del pedicelo, se obtuvo un 37% de variación del total de morfotipos homologados. Las cuales presentan variaciones con similitud de estados y no similares como el morfotipo BRG-15, que presenta el pedicelo con el estado de carácter 2 (solo articulación pigmentada) y su homólogo RE-56 con pedicelo ligeramente pigmentado y en articulación. Los morfotipos que presentan similitud de estados con sus homólogos (tabla 29), son ligeramente pigmentada y articulación verde con el estado mayormente pigmentado y articulación verde, ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación con completamente pigmentado.

Tabla 29. Rango de similitud del descriptor color de pedicelo.

COLOR DE PEDICELO	
1. verde	No presenta similitud con los demás estados
2. solo articulación pigmentada	No presenta similitud con los demás estados
3. Ligeramente pigmentada y articulación verde	Presenta similitud con el estado 7
4. Ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación	Presenta similitud con el estado 8
5. Pigmentado solo sobre la articulación	No presenta similitud con los demás estados
6. Pigmentado solo debajo de la articulación	No presenta similitud con los demás estados
7. Mayormente pigmentado y articulación verde	Presenta similitud con el estado 3
8. Completamente pigmentado	Presenta similitud con el estado 4

4.4.3 Número de diferencias entre descriptores

Al analizar las diferencias de los estados de caracteres de los morfotipos con sus supuestos homólogos (Anexo 06), y considerando los criterios de variación de estados de caracteres, se pudo reducir el número de diferencias para ambos casos (morfotipos identificados y posibles identificados). En el resultado de la homologación denominadas como “morfotipos identificados”, se obtuvieron hasta 7 diferencias de estados de caracteres, obteniendo con mayor frecuencia entre 3 a 5 diferencias; el cual se puede considerar como tolerables para “morfotipos identificados”. Por ejemplo, el morfotipo BRG-19 con su homólogo RE-233, a pesar que presentaron 7 diferencias es los estados de caracteres, se consideraron como morfotipos iguales.

También, se puede visualizar que existen bajas frecuencias de diferencias mínimas entre 3 a 5 en los morfotipos denominados “posibles identificados”, siendo las más frecuentes entre 6 a 9 diferencias, luego de haber analizado los criterios de diferenciación de cada caracter.

Tabla 30. Número de diferencias discutidas luego de analizar los criterios de diferenciación de los caracteres

IDENTIFICADOS		POSIBLE IDENTIFICADO	
76		23	
Nº DIFERENCIAS DISCUTIDAS	FRECUENCIA	Nº DIFERENCIAS DISCUTIDAS	FRECUENCIA
1	9%	3	4%
2	11%	4	9%
3	22%	5	9%
4	28%	6	13%
5	16%	7	22%
6	11%	8	13%
7	6%	9	17%
		10	4%
		12	4%
		13	4%

La presencia de diferencias en los estados de caracteres de los morfotipos denominados como posibles identificados, no conlleva a decidir que son idénticos, a pesar de que presentan mayores similitudes en los estados de caracteres. Por ejemplo, al homologar el morfotipo BRG-58 con su supuesto homólogo RE-271 (Figura 36), y considerando los criterios de diferenciación de caracteres, las diferencias de estados se redujeron a un rango en la cual se puede considerar como morfotipo identificado presente en el catálogo. Sin embargo, la pigmentación de tallo, pigmentación de cáliz, color principal de la piel del tubérculo y la imagen fotográfica de las muestras, presentaron mayores indicios para decidir que el morfotipo BRG-58 no es igual al RE-271.

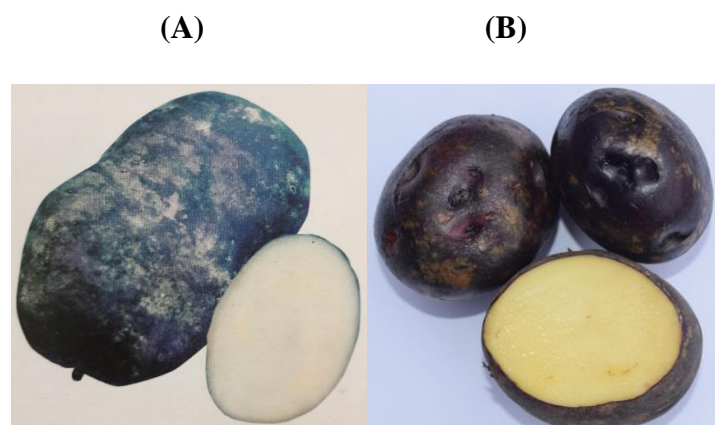


Figura 36. Diferenciación de morfotipos (A) RE-271 y (B) BRG-58

V. CONCLUSIONES

- El agrupamiento mediante la comparación de 27 características identificó 337 morfotipos.
- El agrupamiento a un nivel de distancia cercano a cero no es suficiente para diferenciar morfotipos.
- Un mayor análisis dentro de los grupos es de mayor necesidad para diferenciar morfotipos.
- Más de la mitad (69.7 %) de los morfotipos identificados presentan pulpas de color blanco cremas a amarillos intensos.
- El color morado es el pigmento secundario de la pulpa más frecuente (En 21.1 % de los morfotipos).
- Las diferencias en los ambientes y en los criterios del evaluador son las principales fuentes de diferencias en los trabajos de caracterización.
- Se ha identificado caracteres morfológicos posibles de subjetividad que no aportan en el agrupamiento y homologación de morfotipos.
- La comparación de la totalidad de descriptores no es suficiente para identificar homólogos.
- En el proceso de homologación se identificaron 76 morfotipos como homólogos (iguales).

VI. RECOMENDACIONES

- Continuar con la caracterización de tubérculos y plantas de las papas nativas evaluadas para verificar y obtener una mayor consistencia en la información obtenida en el presente trabajo.
- Continuar con nuevas investigaciones de caracterización morfológica en papas nativas para identificar el grado discriminativo de los caracteres.
- En los nuevos trabajos de caracterización de las muestras se recomienda una nueva uniformización de criterios de evaluación.
- Para nuevos procesos de homologación, es indispensable obtener registros fotográficos de las muestras.
- Para la homologación de muestras vivas, se recomienda comparar datos tomados en las mismas etapas de desarrollo y condiciones ambientales. Adicionalmente, caracterizar molecularmente cuando la primera opción no fue lo suficiente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bollo K., G. A. (2010). Estudio de la respuesta de poblaciones avanzadas de papa (*Solanum tuberosum* L.) a condiciones de altas temperaturas. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima- Perú.
- Burgos Z., G. (2006). Contribución de la papa en la alimentación de niños de 6 y 36 meses de edad y de sus madres en comunidades rurales de Huancavelica. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima-Perú 128p.
- CIP. (2017). La papa nativa. Centro Internacional de la Papa. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/87955/CIP-Papas-Nativas-Espanol-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Revisado el 14/07/2018.
- CIP. (2018). Centro Internacional de la Papa. Disponible en: <https://cipotato.org/es/potato/> revisado el 09/09/2018.
- Carlos G., R. (2016). Caracterización morfológica y biometría de hojas y flores de papas nativas (*Solanum sp.*) cultivadas en la región de Pasco. Tesis Ing. Agrónomo, Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima Perú.
- Condón, F., Rossi, C. (2018). Banco de germoplasma INIA: conservando la diversidad de nuestras plantas. Revista N°52. INIA La Estanzuela-Uruguay. 52-55p.
- Cosio, P (2006). Variabilidad de papas nativas en seis comunidades de Calca, Urubamba, Cusco: devolviendo información a los agricultores dueños de la diversidad genética de papa. Asociación Arariwa. 226 p.

- Cruz, S.G. (2001). Conservación in situ de papas nativas cultivadas (*Solanum spp.*) en la microcuenca de Ragra cancha, Distrito de Quisqui, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco. Tesis Biología, Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima Perú. 191p.
- Cuadras, CM. (2019). Nuevos métodos de análisis multivariante. Barcelona – España. 308p.
- Dávalos A., A.D. (2017). Diversidad de maíz (*Zea mays L.*) en la selva peruana. Tesis Ing. Agrónomo, Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima-Perú.
- De Haan, S., Núñez, J., Bornierbale, M., Ghislain, M. (2010). Multilevel agrobiodiversity and conservation of andean potatoes in central Peru. Mountain Research and Development 30(3): 222-231.
- Durand, M. (2012). Descripción morfológica y fisio- agronómica de cultivares de papa nativa (*Solanum sp*) colectadas en el Centro Poblado de Pomamanta, Comas, Junín. Tesis Mag. Sc., Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima-Perú. 131 p.
- Egúsqüiza B.R. (2000). La papa, producción, transformación y comercialización. Lima – Perú
- Egúsqüiza, B.R. (2013). Caracterización fenotípica y evaluación de atributos de importancia fitotécnica en papas nativas cultivadas en la Región Huánuco. Lima Perú. Tesis Mg. Sc. En mejoramiento genético de plantas, Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima-Perú. 108 p.
- Egúsqüiza, B.R. (2014). La papa en el Perú. Segunda Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 200p.
- Egúsqüiza, B.R. (2015). Catálogo de papas nativas cultivadas en Huánuco. Primera Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú

- ENIS (2018). Encuesta Nacional de Intensiones de Siembra. Campaña agrícola agosto 2018-julio 2019. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas Dirección de Estadística Agraria. Lima-Perú.
- Estrada, R; Aquino, Y; Medina, T; Soto, J. (2013). Diversidad genética de papas nativas (*Solanum spp.*) conservadas en cultivares nativos del Perú. Rev. Perú Biol. vol.20 N°3. Lima-Perú.
- FAO (2010). Recursos fitogenéticos: o se utilizan o se pierden. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/al389s/al389s00.htm>. Revisado el 19/10/2018.
- FAO (2011). El segundo informe sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo. CRGAA. Roma-Italia
- FAO 2014. Normas para Bancos de Germoplasma de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3704s.pdf>. Revisado el 19/10/2018.
- FAO (2018). Semillas y recursos fitogenéticos: una base para la vida. Disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/crops/temas-principales/theme/seeds-pgr/es/> revisado el 19/08/2018.
- FAO (2018^a). Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura: Recursos Genéticos. Disponible en: <http://www.fao.org/cgrfa/topics/plants/en/>. Revisado el 19/10/2018.
- Franco, T. L. e Hidalgo, R. (eds.). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Gómez R. (2000). Guía para la caracterización morfológica básicas en colecciones de papa. CIP, Lima Perú.

- Granados A. (2017). Aplicación de técnicas multivariantes para el análisis de mercado de los teléfonos móviles. Tesis para el grado en estadística y empresas, Universidad de Jaén. Cajamarca-Perú. 56p.
- Guerrero E. (2004). Erosión genética en la biodiversidad Agrícola. Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales. ISSN 1669-1555. Vol.2. N°1. Disponible en: https://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs_v2_n1_06.htm. Revisado el 23/10/2018.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., y Black, W. (1999). Análisis Multivariante. 5.ª ed. Madrid: Prentice Hall. 832p.
- Hawkes, J. (1990). The Potato: Evolution, Biodiversity and Genetic Resources. Belhaven Press, Washington, DC.
- Hawkes, J. (1994). Origins of cultivated potatoes and species relationships. pp. 3-42. In: J.E. Bradshaw and G.R. Mackay (eds.), Potato Genetics. Centre for Agriculture and Biosciences International, Wallingford.
- Horton, D. (1984). Social Scientists in Agricultural Research: Lessons from the Mantaro Valley Project, Perú. Ottawa: International Development. Research Center.
- Huaman, Z; Williams, J.T; Salhuana, W; Vincent, L. (1977). Descriptors for the Cultivated Potato. And for the maintenance and distribution of germplasm collections. International Board for Plant Genetic Resources. Rome, Italy.
- Huamán, Z. (1984). Botánica Sistemática, identificación, distribución y evolución de la papa cultivada. En: Manual sobre manejo de Germoplasma. Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima Perú. 39p.
- Huamán, Z. (2000). Semilleros comunales de papa nativa del Perú. Revista Agronoticias. 251(1) 28-31. Lima Perú

- INEI, (2014). Nota de Prensa N°082: Producción de papa creció 45%. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-crecio-45-7582/>.
Revisado el 20/09/2018.
- INIA, 2009. Descriptores mínimos de papa (*Solanum* sp.) para el registro nacional de la papa nativa peruana. Instituto de innovación agraria. Primera edición. Lima, Perú. 18p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). (2017). Boletín Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. Dirección General Políticas Agrarias. Lima, Perú. 13p.
- MINAM (2018). Ministerio del Ambiente. Diversidad biológica. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/abc-de-la-direccion-general/#>.
Revisado el 19/10/2018.
- Medina, T. (2008). Homologación de colecciones de germoplasma: una metodología innovadora para la identificación de la diversidad en raíces y tubérculos andinos. Revista Cultivos y Sabores N°78. INIA. Lima-Perú. 1-4p.
- Morales, F. 2007. Sociedades precolombinas asociados a la domesticación y cultivo de la papa. Revista Latinoamericana de la Papa. Cali, Colombia, 14(1):1-9.
- Mosquera G., V. (2010). Herencia de caracteres de planta y tubérculo en papas cultivadas diploides y autotetraploides. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Núñez-Colín, C.A., y Escobedo-López. D. (2011). Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. En: Agronomía Mesoamericana, 22(2). 415-427 p.

- Perazzo R., G. J. (2005). Evaluación de la estabilidad genética de germoplasma de papa (*Solanum* spp) conservados in vitro. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima- Perú.
- Quiñones, M. (1994). Descripción morfológica de las papas nativas cultivadas en Ancash y Lima. Tesis Ing. Agrónomo, Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima Perú.
- Roca I., L.A. (2015). Análisis de la diversidad genética de papas nativas de la zona suroeste del departamento de Junín mediante el uso de marcadores moleculares Microsatélites. Tesis biólogo. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Rodríguez, L.E. (2009). Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect. *Petota* Dumort.). Una revisión. Facultad de Agronomía, Univ. Nac. De Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, L.E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada: Una revisión. Rev. Agronomía Colombiana 28(1), 9-17. Bogotá, Colombia.
- Román M.L, C. Rivera, J. Orbezo, F. Serna, S. Gamboa, W. Perez, V. Suarez, G. Forbes, J. Kreuze y M. Ghislain. (2015). Resistencia a *Phytophthora infestans* linaje clonal EC-1 en *Solanum tuberosum* mediante la introducción del gen RB. Revista peruana de biología 22(1): 063 - 070
doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i1.11122>
- Senamhi (2019). Datos hidrometeorológicos a nivel nacional. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>. Revisado el 19/01/2019.
- Sevilla, R; Holle, M. (2004). Recursos genéticos vegetales. Edición Luis León Asociados. Lima-Perú. 283-310.
- Sumba M., M. (2008). Caracterización morfológica, agronómica y etnobotánica de cincuenta cultivares de papas nativas (*Solanum sp.*) en cuatro localidades de la provincia de Cotopaxi. Tesis para optar el grado de ingeniero Agrónomo. Univ. Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador. 135p.

- Tamayo C, H. L. (2010). Caracterización molecular inter e intra genotípica de 16 accesiones de *Chenopodium quinoa* (quinua) mediante la técnica de ISSR. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae, Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Takahashi S., J. 1975. Efecto del ambiente, del ácido giberélico y de la sacarosa sobre la planta de papa crecidas en distintas altitudes. Tesis para optar el grado de Bióloga. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima- Perú.
- Triguero, A. (2007). Floración y fructificación de cultivares de papa nativa bajo condiciones de costa central. Tesis Ing. Agrónomo. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima Perú.
- Van den Berg, R.G. y M.J. Jacobs. (2007). Capítulo 4: Molecular Taxomy. pp 55-74. En: Vreugdenhil, D. (ed.). Potato biology and biotechnology advances and perspectives. Elsevier, Amsterdam.
- Watanabe, LK; Baigorria, M; Olcese, O. (2008). Contribuciones al estudio de la papa en el Perú. Primera Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.: Editorial San Marcos E.I.R.L.146 p.
- Zorrilla C., C. (2006). Diversidad genética de cultivares nativos de papas amargas y ocas provenientes de Puno. Tesis para optar el grado de Biólogo. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima-Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 01. Descriptores para caracterización de tubérculos

COLOR DE PIEL DEL TUBERCULO			
COLOR PREDOMINANTE	INTENSIDAD COLOR PREDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO
1 Blanco – crema 2 Amarillo 3 Anaranjado 4 Marrón 5 Rosado 6 Rojo 7 Rojo – morado 8 Morado 9 Negruzco	1 Pálido (Claro) 2 Intermedio 3 Intenso (Oscuro)	0 Ausente 1 Blanco – crema 2 Amarillo 3 Anaranjado 4 Marrón 5 Rosado 6 Rojo 7 Rojo – morado 8 Morado 9 Negruzco	0 Ausente 1 En los ojos 2 En las cejas 3 Alrededor de los ojos 4 Manchas dispersas 5 Como anteojos 6 Manchas salpicadas 7 Pocas Manchas

FORMA DEL TUBERCULO		
FORMA GENERAL	VARIANTE DE FORMA	PROFUNDIDAD DE OJOS
1 Comprimido 2 Redondo 3 Ovalado 4 Obovado 5 Elíptico 6 Oblongo 7 Oblongo – alargado 8 Alargado	0 Ausente 1 Aplanado 2 Clavado 3 Reniforme 4 Fusiforme 5 Falcado 6 Enroscado 7 Digitado 8 Concertinado 9 Tuberosado	1 Sobresaliente 3 Superficial 5 Medio 7 Profundo 9 Muy profundo

COLOR DE PULPA		
COLOR PREDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO
1 Blanco 2 Crema 3 Amarillo claro 4 Amarillo 5 Amarillo intenso 6 Rojo 7 Morado 8 Violeta	0 Ausente 1 Blanco 2 Crema 3 Amarillo claro 4 Amarillo 5 Amarillo intenso 6 Rojo 7 Morado 8 Violeta	0 Ausente 1 Pocas manchas 2 Áreas 3 Anillo vascular angosto 4 Anillo vascular ancho 5 Anillo vascular y médula 6 Todo menos médula 7 Otro (salpicado)

NUMERO DE OJOS
1 Escasos 2 Mediano 3 Numerosos 4 Abundantes

Anexo 02. Descriptores para caracterizar la planta de la papa

FORMA DE LA HOJA			
TIPO DE DISECCIÓN	FOLIOLOS		
	LATERALES	SECUNDARIOS	TERCIARIOS
1 Entera	0 Ausente	0 Ausente	0 Ausente
2 Lobulada	1 par	1 par	1 par
3 Disectada	2 pares	2 pares	2 pares
	3 pares	3 pares	3 pares
	4 pares	4 ó más pares	4 ó más pares
	5 pares		
	6 pares		
	7 ó más pares		

COLOR TALLO
1 Verde
2 Verde con pocas manchas
3 Verde con muchas manchas
4 Pigmentado con abundante verde
5 Pigmentado con poco verde
6 Rojizo
7 Morado

FORMA ALAS
1 Ausente
2 Recto
3 Ondulado
4 Dentado

GRADO DE FLORACIÓN
0 Sin botones
1 Aborto de botones
3 Floración escasa
5 Floración moderada
7 Floración profusa

FORMA DE COROLA
1 Estrellada
3 Semi – estrellada
5 Pentagona
7 Rotada
9 Muy rotada

COLOR DE LA FLOR			
PREDOMINANTE	INTENSIDAD	SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO
1 Blanco	1 Pálido	0 Ausente	0 Ausente
2 Rojo – rosado	2 Intermedio	1 Blanco	1 Acumen (blanco) – Haz
3 Rojo - morado	3 Intenso / Oscuro	2 Rojo – rosado	2 Acumen (blanco) – Envés
4 Celeste		3 Rojo – morado	3 Acumen (blanco) – Ambos
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 ambas caras
		8 Violeta	8 Manchas salpicadas
			9 Pocas manchas o puntos

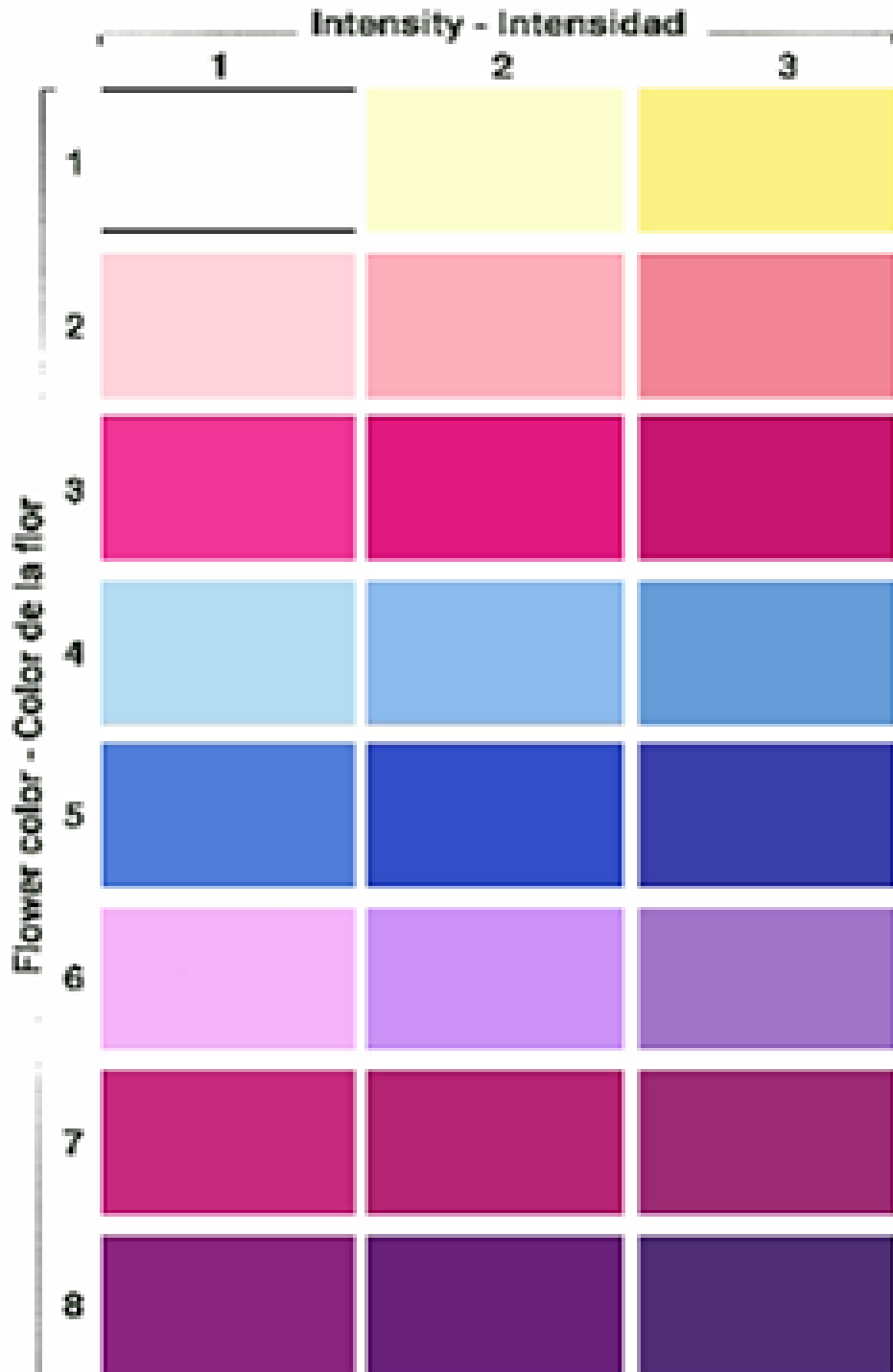
Continuación...

PIGMENTACIÓN EN ANTERAS	PIGMENTACIÓN EN PISTILO
0 Sin antocianinas 1 Bandas laterales pigmentadas (PAS) 2 Mancha pigmentada en el ápice (PAT) 3 Bandas y ápice pigmentadas PAS+PAT 4 Anteras rojo – marrón	0 Sin antocianinas 1 Estigma pigmentado (PS) 2 Ovario pigmentado (PO) 3 Pigm. En Pared Interna del ovario (POW) 4 Pigmentado PS+PO 5 Pigmentado PS+POW 6 Pigmentado PO+POW 7 Pigmentado PS+PO+POW 8 Otro (estilo pigmentado)

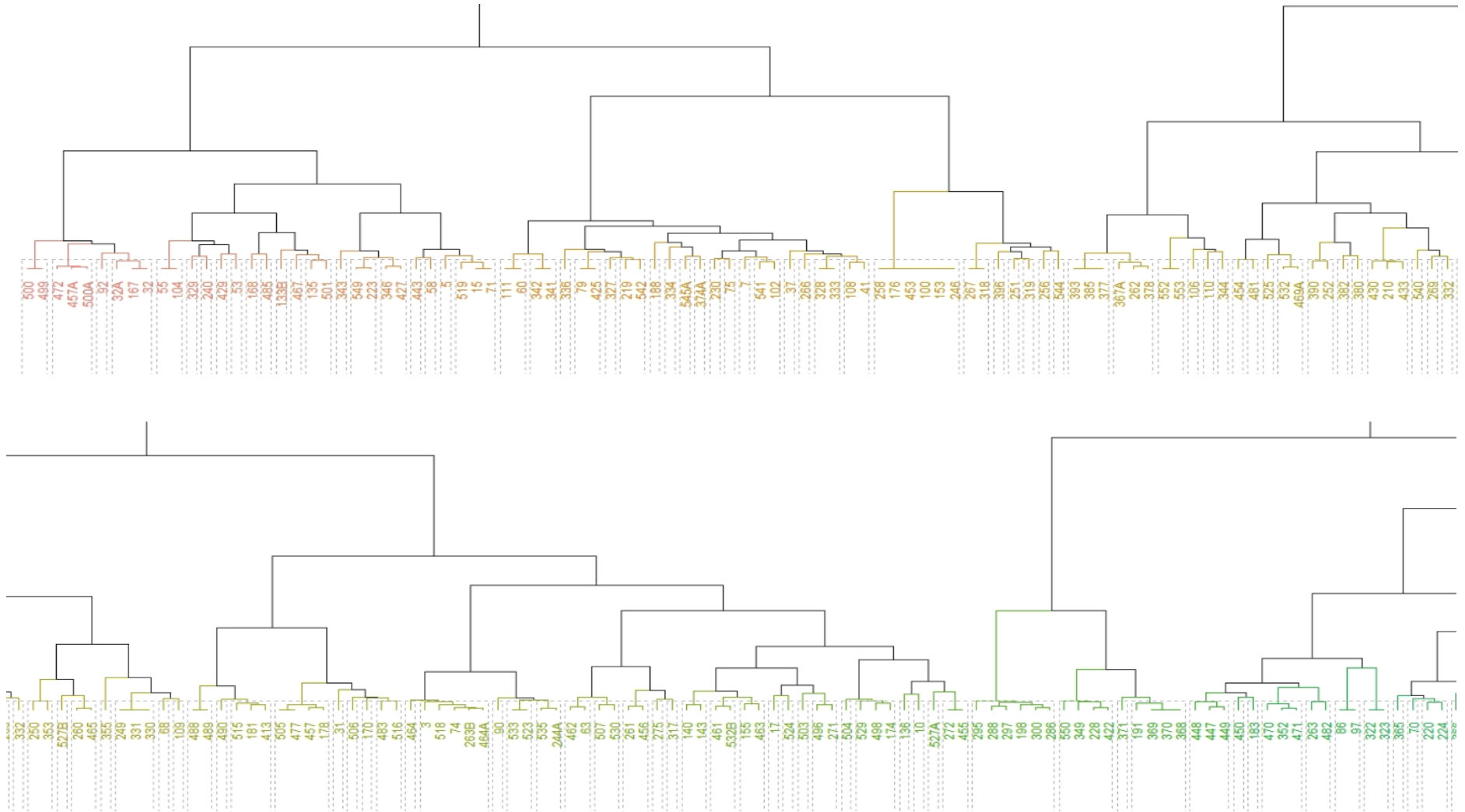
COLOR DEL PEDICELO
1 Verde 2 Sólo articulación pigmentada 3 Ligeramente pigmentado a lo largo s/artic. 4 Lig. Pigm. A lo largo y en articulación 5 Pigmentado sobre la articulación 6 Pigmentado debajo de la articulación 7 Mayormente pigmentado y articulación verde 8 Completamente pigmentado

COLOR DE CALIZ
1 Verde 2 Verde con pocas manchas 3 Verde con abundantes manchas 4 Pigmentado con abundante verde 5 Pigmentado con poco verde 6 Rojizo 7 Morado

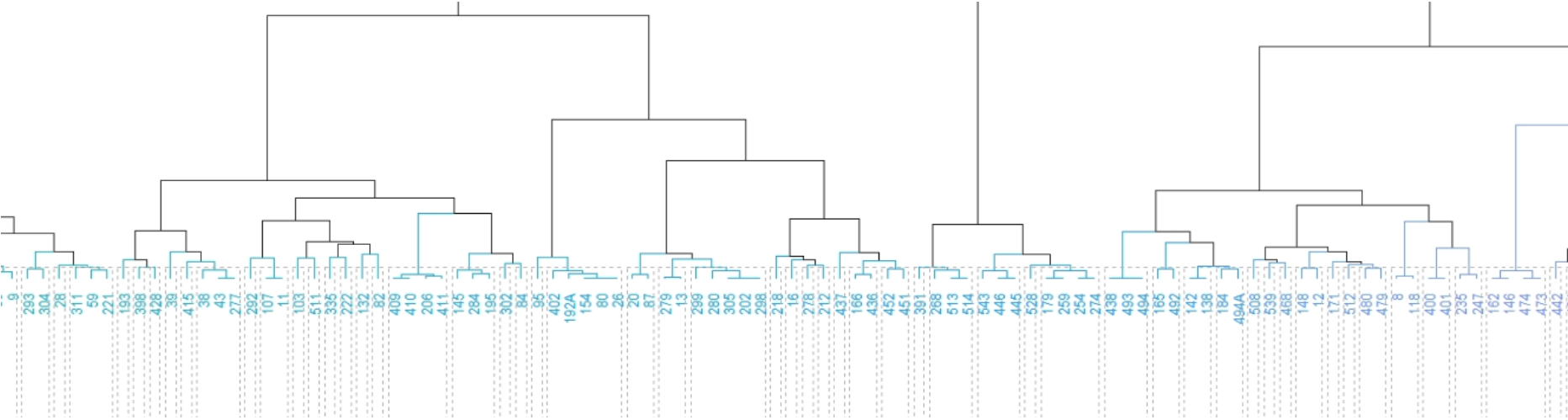
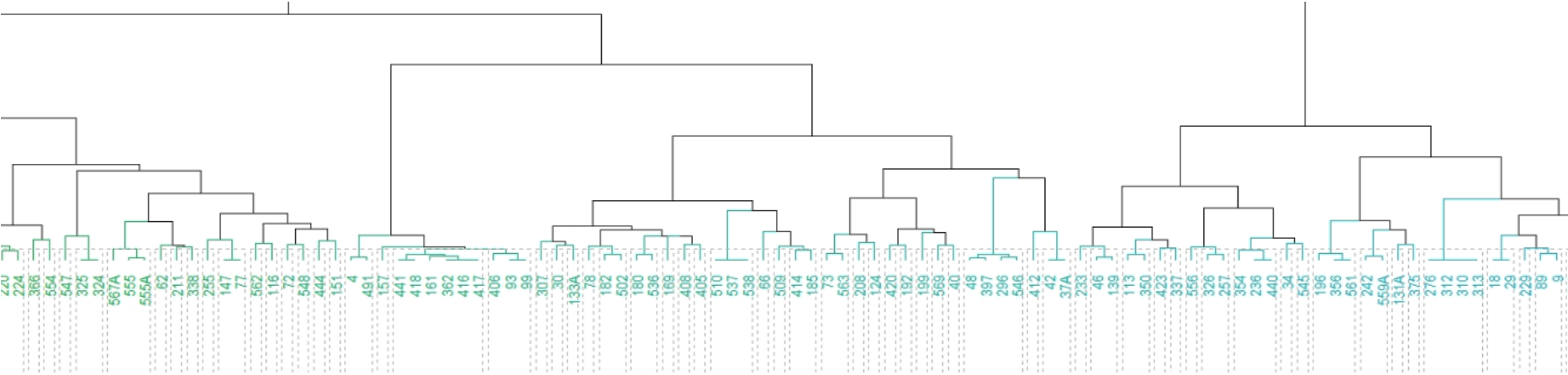
Anexo 03. Intensidad del color primario de la flor



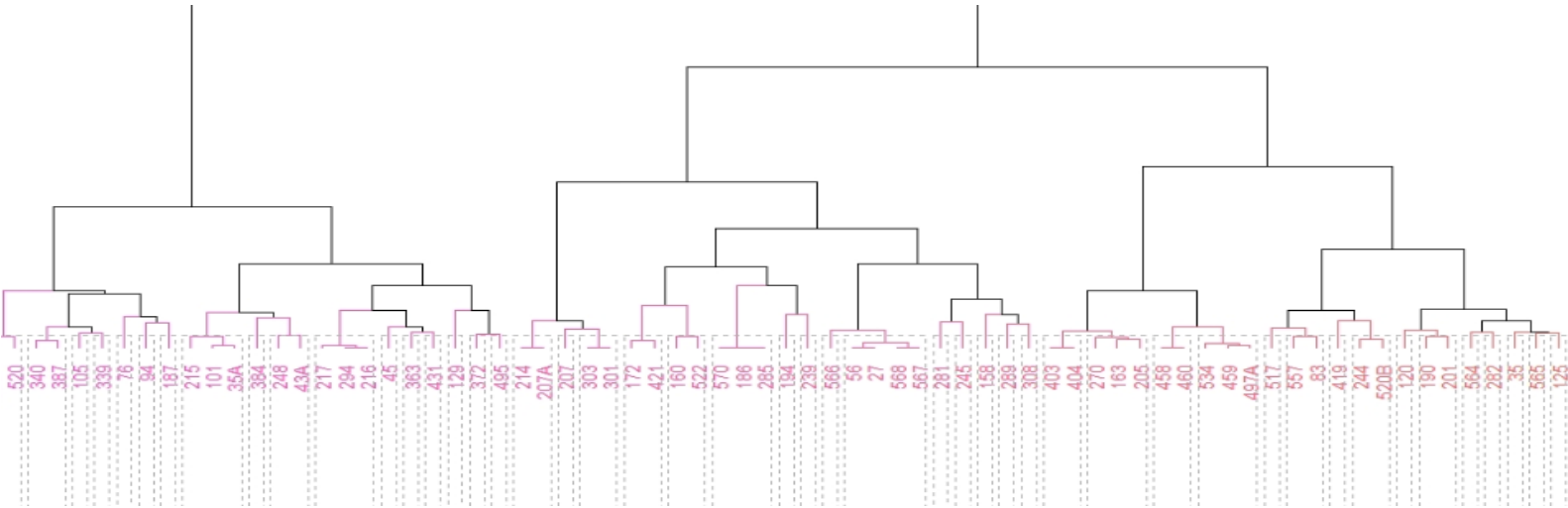
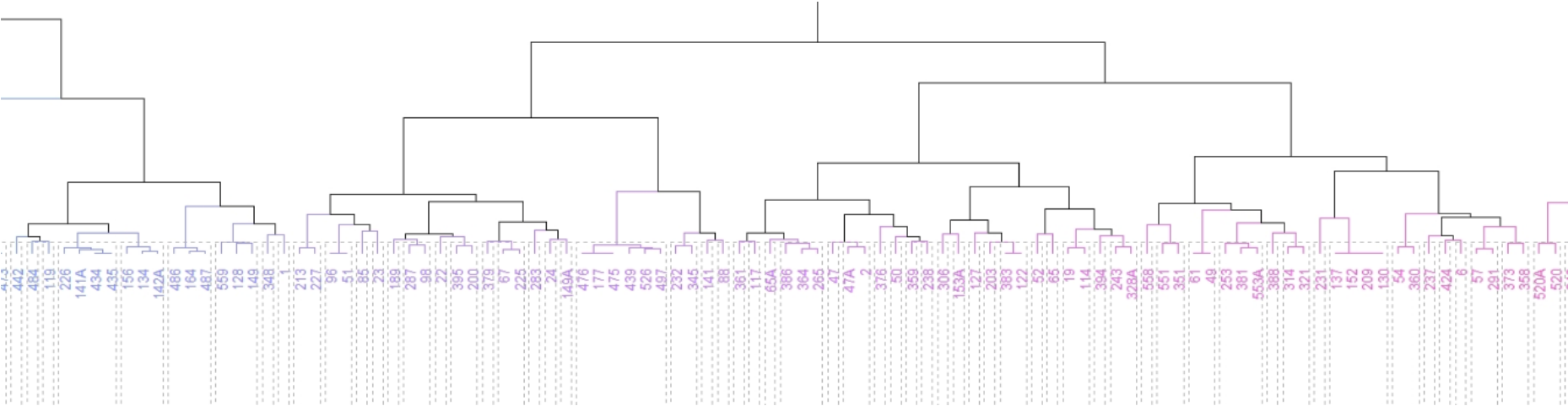
Anexo 04. Agrupamiento de muestras a un nivel de distancia 0.07



Continuación...



Continuación...



Anexo 05. Caracterización morfológica de 337 morfotipos de papas nativas

MORFOTIPOS	CÓDIGO	NOMBRE COMUN	TUBERCULO											PLANTA																	
			Piel				Forma			Pulpa		Ojos	Hoja				Tallo	Ala	Floración	Forma de Flor	Color Flor			Antera	Pistilo	Cáliz	Pedice/o				
BRG-1	278		1	2	0	0	2	0	5	2	0	0	3	3	4	1	0	3	3	7	5	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2
BRG-2	188		1	2	0	0	2	0	5	2	7	5	3	3	4	2	0	2	2	7	7	7	3	0	0	0	0	0	5	8	
BRG-3	186, 285, 570		1	2	0	0	3	1	1	1	0	0	3	3	4	1	0	2	2	7	5	7	2	0	0	0	0	5	8		
BRG-4	194		1	3	0	0	1	0	5	1	0	0	3	3	4	0	1	2	2	0											
BRG-5	564		1	3	0	0	3	1	3	2	0	0	2	3	4	1	0	1	2	7	7	7	3	1	2	0	0	5	4		
BRG-6	293		2	2	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	4	2	0	1	3	7	7	7	2	0	0	0	0	5	4		
BRG-6.2	304		2	2	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	7	7	2	1	2	0	0	3	4		
BRG-7	569		2	2	0	0	1	9	7	1	0	0	4	3	4	1	0	2	2	7	7	3	3	1	2	0	0	5	4		
BRG-8	292		2	2	0	0	1	9	7	4	0	0	4	3	4	2	0	3	2	7	5	7	2	0	0	0	0	0	4		
BRG-9	284		2	3	0	0	2	0	3	4	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	9	3	3	0	0	0	0	5	4		
BRG-10	302		2	3	0	0	2	0	3	5	0	0	3	3	4	0	0	1	2	7	9	7	2	1	2	0	0	3	4		
BRG-11	145		2	3	0	0	2	0	5	4	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	7	3	3	1	2	0	0	3	3		
BRG-12	195		2	3	0	0	2	0	5	4	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	5	3	3	0	0	0	0	5	4		
BRG-13	279	CARGUASH TUMBASH	2	3	0	0	2	0	5	5	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	3	1	1	3	5	0	0	3	1		
	280	CARGUASH MAMA LUCHA	2	3	0	0	2	0	5	5	0	0	3	3	5	1	1	1	2	7	3	1	1	0	0	0	0	2	1		
	13	GARHUASH PAPA	2	3	0	0	2	0	5	5	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	3	1	1	3	5	0	0	2	1		
	202, 298, 305	RUNTUSH	2	3	0	0	2	0	5	5	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	3	1	1	0	0	0	0	2	1		
BRG-14	84		2	3	0	0	2	0	5	5	0	0	4	3	5	1	1	2	2	7	9	3	2	1	2	0	0	3	4		
BRG-15	299		3	3	0	0	1	0	5	5	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	1	1	1	0	0	0	0	5	2		
BRG-16	16		4	1	0	0	4	0	5	4	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	7	1	1	0	0	0	3	6			
BRG-17	239		4	2	0	0	1	0	1	1	0	0	4	3	5	2	1	2	1	1											
BRG-18	212		5	1	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	5	1	1	0	0	0	0	2	1		
BRG-19	79, 125	RAYHUANA, PUCA RAYHUANA	5	3	0	0	2	0	5	1	8	3	3	3	5	2	0	2	1	7	9	7	2	1	2	0	3	4	4		
	219	PUCA RAYHUANA	5	3	0	0	2	0	5	1	8	3	3	3	5	2	0	3	2	7	7	7	1	1	2	0	3	4	4		
BRG-20	242		6	3	0	0	1	0	5	1	0	0	2	3	4	1	0	7	1	7	7	7	1	0	0	0	0	5	8		
	559A		6	3	0	0	1	0	5	1	0	0	2	3	4	1	0	7	2	7	7	7	1	0	0	0	0	4	8		
BRG-21	28	MURUGARA ELENA	6	3	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	4	1	0	5	2	7	5	7	2	0	0	0	0	5	8		
	59	ELENA	6	3	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	3	1	0	2	2	7	7	7	2	0	0	0	0	4	4		
BRG-21.2	221	PUCA MANCAÑAHUI	6	3	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	5	1	0	3	2	7	7	7	2	1	2	0	0	5	4		
BRG-22	423		6	3	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	5	2	0	2	2	7	7	3	3	1	2	0	0	4	8		
BRG-23	139	TARMEÑA	6	3	0	0	1	0	5	4	0	0	3	3	5	2	0	2	2	7	3	7	3	1	3	0	3	5	4		
	46	PUCA CHINCHIS	6	3	0	0	1	0	5	4	0	0	3	3	5	2	0	2	2	7	7	7	3	1	3	0	3	5	4		
	113	PUCA CHINCHIS	6	3	0	0	1	0	5	4	0	0	3	3	5	2	0	2	2	0											
BRG-23A	131A		6	3	0	0	1	0	5	4	0	0	3	3	5	2	0	7	1	7	7	7	3	0	0	0	0	5	8		
BRG-24	228	PUCA PAMPAMACHAY	6	3	0	0	1	9	7	2	0	0	4	3	4	2	1	2	2	7	7	3	2	1	2	0	0	4	8		
	349	PUCA PAMPAMACHAY	6	3	0	0	1	9	7	2	0	0	4	3	5	1	0	2	2	7	7	3	3	1	2	0	0	4	8		
	422	PUCA LUCHA PAPA	6	3	0	0	1	9	7	2	0	0	4	3	4	2	1	2	2	7	7	3	3	1	2	0	0	4	8		
	550	PUCA PAMPAMACHAY	6	3	0	0	1	9	7	2	0	0	4	3	5	2	2	2	2	7	7	3	3	0	0	0	0	4	8		
BRG-25	350		6	3	0	0	2	0	5	2	0	0	3	3	5	2	0	2	2	0											

Continuación...

BRG-322	10	YANA WACAPA WACRAN	9	3	1	1	8	4	3	1	7	4	2	3	4	2	0	3	2	7	7	7	3	1	2	0	8	3	6
BRG-323	129	SN	9	3	1	4	8	2	7	1	0	0	4	3	5	2	0	1	2	1									
BRG-324	468	AZUL WICLLUSH	9	3	1	4	8	4	3	1	0	0	2	3	5	2	0	3	2	7	7	7	3	1	2	0	0	3	4
BRG-325	507	ALGA TULLU	9	3	8	1	8	2	3	1	7	3	2	3	5	1	0	7	2	7	7	7	1	1	2	0	8	5	8
	530	COLETO	9	3	8	1	8	2	3	1	7	3	2	3	5	1	1	7	2	7	7	7	2	1	2	0	8	5	8
	462	WACUY JUYTU	9	3	8	1	8	2	3	1	7	3	2	3	5	1	0	7	2	7	7	7	2	1	3	0	0	5	8
	63	YUQUISH JUYTO	9	3	8	1	8	2	3	1	7	3	2	3	5	1	1	7	2	7	7	7	2	1	3	0	0	6	8
BRG-326	268	YANA MURU HUAYRO	9	3	2	4	7	0	1	4	0	0	4	3	4	1	0	3	1	7	3	7	3	0	0	0	1	4	8
	391	ALLGA HUAYRO	9	3	2	4	7	0	1	4	0	0	4	3	5	2	0	3	1	7	7	7	3	0	0	0	1	2	4
	513	SHAGSHA WAYRO	9	3	2	4	7	0	1	4	0	0	4	3	5	2	0	3	1	7	5	7	3	0	0	0	1	5	8
	514	YANA MURU HUAYRO	9	3	2	4	7	0	1	4	0	0	4	3	5	2	0	3	1	7	5	7	3	0	0	0	1	5	8
BRG-327	8	YURACLUACAPA WACRAN	9	3	2	4	8	4	3	2	0	0	2	3	4	1	0	2	3	7	9	1	2	0	0	0	0	5	7
	118	TRUCHA JUYTO	9	3	2	4	8	4	3	2	0	0	2	3	4	1	0	2	3	7	7	1	2	0	0	0	0	5	7
BRG-328	170	ALGA ALCCO PUÑUY	9	3	2	5	8	4	3	1	8	4	2	3	5	1	0	3	2	7	7	3	2	0	0	0	3	6	7
BRG-329	529	MURU SHAQUI	9	3	2	5	8	4	5	1	7	5	3	3	4	2	0	6	2	7	9	7	2	0	0	0	3	5	6
BRG-330	527A		9	3	7	2	8	4	7	1	7	5	3	3	4	1	0	7	2	7	7	7	3	1	2	0	3	5	6
BRG-331	355	ULTUPA PACHAN	9	3	8	4	6	0	7	1	8	4	3	3	4	1	0	5	2	1									
BRG-332	520	LENGUA DE VACA	9	3	8	7	8	2	3	1	0	0	2	3	4	1	0	1	2	0									

Anexo 06. Diferenciación de estados de caracteres en la homologación de morfotipos

	IDENTIFICADOS		SIMILITUD DE ESTADOS
	POSIBLES IDENTIFICADOS		SIN SIMILITUD

MORFOTIPOS	CÓDIGO	TUBERCULO												PLANTA											N° diferencia	N° DIFERENCIA DISCUTIDA				
		PIEL				FORMA				PULPA				OJOS	HOJA	Tallo	Ala	Florac.	Form. Flor	Color Flor			Antera	Pistilo			Cáliz	Pedículo		
BRG-2	188	1	2	0	0	2	0	5	2	7	5	3	3	4	2	0	2	2	2	7	7	3	0	0	0	0	5	8	12	5
	RE-44	1	1	8	7	3	0	5	1	7	5	3	3	5	2	1	2	3	5	7	8	1	0	0	0	0	5	4		
BRG-3	186	1	2	0	0	3	1	1	1	0	0	3	3	4	1	0	2	2	7	5	7	2	0	0	0	0	5	8	5	2
	RE-292	1	0	0	0	3	1	1	1	0	0	3	3	5	1	0	2	1	7	5	7	1	0	0	0	0	5	4		
BRG-6	293	2	2	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	4	2	0	1	3	7	7	7	2	0	0	0	0	5	4	12	6
	RE-139	2	1	0	0	2	0	5	1	0	0	3	3	5	2	1	2	2	5	5	7	3	1	2	0	0	5	4		
BRG-7	569	2	2	0	0	1	9	7	1	0	0	4	3	4	1	0	2	2	7	7	3	3	1	2	0	0	5	4	12	9
	RE-191	2	1	5	1	6	8	9	1	0	0	4	3	6	2	1	2	1	7	7	3	3	1	2	0	0	4	8		
BRG-8	292	2	2	0	0	1	9	7	4	0	0	4	3	4	2	0	3	2	7	5	7	2	0	0	0	0	2	4	9	7
	RE-19	2	3	0	0	2	0	7	4	0	0	4	3	6	2	1	1	2	7	7	7	2	0	0	0	0	5	7		
BRG-9	284	2	3	0	0	2	0	3	4	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	9	3	3	0	0	0	0	5	4	5	2
	RE-259	2	3	0	0	2	0	5	4	0	0	3	3	5	2	0	1	1	7	7	3	3	0	0	0	0	5	4		
BRG-11	145	2	3	0	0	2	0	5	4	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	7	3	3	1	2	0	0	3	3	7	5
	RE-259	2	3	0	0	2	0	5	4	0	0	3	3	5	2	0	1	1	7	7	3	3	0	0	0	0	5	4		
BRG-12	195	2	3	0	0	2	0	5	4	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	5	3	3	0	0	0	0	5	4	11	6
	RE-254	2	2	5	7	2	0	7	4	0	0	4	3	6	2	1	1	1	7	5	3	3	2	0	0	0	4	4		
BRG-13	298	2	3	0	0	2	0	5	5	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	3	1	1	0	0	0	0	2	1	7	4
	RE-242	2	3	0	0	2	0	1	5	0	0	4	3	5	2	1	1	1	7	5	1	1	0	0	0	0	2	1		
BRG-14	84	2	3	0	0	2	0	5	5	0	0	4	3	5	1	1	2	2	7	9	3	2	1	2	0	0	3	4	12	4
	RE-201	2	2	5	1	2	0	5	4	0	0	4	3	6	2	1	1	0	5	7	3	3	1	2	0	0	4	4		
BRG-15	299	3	3	0	0	1	0	5	5	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	1	1	1	0	0	0	0	5	2	10	5
	RE-56	3	3	0	0	2	0	7	5	0	0	4	3	5	2	1	2	1	7	5	1	1	0	0	0	0	5	4		
BRG-18	212	5	1	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	4	1	0	1	2	7	5	1	1	0	0	0	0	2	1	8	2
	RE-231	5	2	0	0	2	0	5	1	0	0	4	3	5	2	0	1	1	5	5	1	1	0	0	0	0	2	1		
BRG-19	425	5	3	0	0	2	0	5	1	8	3	3	3	5	2	0	2	1	7	9	7	2	1	2	0	3	4	4	10	7
	RE-233	6	3	0	0	2	0	5	1	6	5	3	3	6	2	1	4	1	7	5	7	2	0	0	0	3	5	4		
BRG-20	559A	6	3	0	0	1	0	5	1	0	0	2	3	4	1	0	7	2	7	7	7	1	0	0	0	0	4	8	10	4
	RE-219	7	2	0	0	1	0	5	1	0	0	3	3	5	2	1	7	1	5	5	7	3	0	0	0	0	4	8		
BRG-21	221	6	3	0	0	1	0	5	2	0	0	3	3	5	1	0	3	2	7	7	7	2	1	2	0	0	5	4	11	3
	RE-207	6	3	0	0	1	0	7	1	0	0	4	3	5	2	1	4	1	5	5	7	3	1	2	0	0	4	4		
BRG-23	46	6	3	0	0	1	0	5	4	0	0	3	3	5	2	0	2	2	7	7	7	3	1	3	0	3	5	4	8	3
	RE-224	6	3	0	0	2	0	7	4	0	0	4	3	5	2	0	4	1	3	7	7	2	1	2	0	3	5	4		
BRG-24	422	6	3	0	0	1	9	7	2	0	0	4	3	4	2	1	2	2	7	7	3	3	1	2	0	0	4	8	8	3
	RE-214	6	2	0	0	1	0	9	1	0	0	4	3	5	2	1	3	1	7	7	3	3	1	2	0	0	3	8		
BRG-28	335	7	2	0	0	2	0	5	4	0	0	4	3	4	2	1	2	3	7	7	3	3	0	0	0	0	2	4	10	7
	RE-267	7	3	0	0	6	0	5	5	0	0	3	3	5	2	1	5	1	7	7	3	3	0	0	1	0	4	8		
BRG-30	111	7	3	0	0	1	0	5	2	6	1	3	3	4	2	0	2	2	7	7	7	3	3	1	2	0	3	5	5	8
	RE-148	7	3	0	0	3	0	5	1	6	1	3	3	6	2	1	3	1	7	5	3	3	1	2	2	3	5	5		

Continuación...

BRG-282	325	6	3	9	4	6	9	9	5	0	0	4	3	5	2	0	3	2	7	9	7	2	1	3	0	3	5	8	9	1
	RE-101	9	3	6	1	6	9	9	4	0	0	4	3	5	2	0	5	1	5	7	7	2	1	3	0	3	5	4		
BRG-292	477	7	3	9	4	8	4	3	1	7	4	3	3	5	2	0	3	2	7	7	3	2	1	2	0	3	5	7	9	4
	RE-15	7	3	0	0	8	5	3	1	7	4	2	3	5	1	0	4	1	7	7	3	1	1	2	0	3	5	4		
BRG-307	263B	8	2	9	4	8	2	3	1	7	4	3	3	3	1	0	3	2	7	7	6	2	1	2	0	3	5	7	13	9
	RE-39	8	2	0	0	8	4	3	1	7	4	2	3	4	1	0	4	1	4	4	8	1	1	3	0	3	5	4		
BRG-310	465	8	3	1	4	7	0	5	1	7	5	4	3	4	1	0	2	2	7	7	7	3	1	2	0	0	7	8	14	4
	RE-253	8	1	1	4	6	0	5	1	7	6	3	3	5	2	1	4	1	5	5	8	1	1	2	0	0	7	4		
BRG-317	322	8	3	9	4	6	8	7	1	0	0	4	3	5	2	1	2	2	7	7	7	1	1	2	0	0	6	4	10	8
	RE-275	9	3	8	1	6	8	7	1	0	0	4	3	6	2	1	4	1	7	5	3	3	1	2	0	0	5	4		
BRG-323	129	9	3	1	4	8	2	7	1	0	0	4	3	5	2	0	1	2	1										8	3
	RE-14	9	3	2	4	8	4	5	1	0	0	2	3	5	2	1	3	1	3	5	7	3	1	2	0	0	5	4		
BRG-325	530	9	3	8	1	8	2	3	1	7	3	2	3	5	1	1	7	2	7	7	7	2	1	2	0	8	5	8	11	4
	RE-103	9	3	2	4	8	2	3	1	7	2	2	3	6	2	1	7	1	5	7	8	1	1	3	0	0	5	8		