

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Caracterización agromorfológica de 26 accesiones de papa nativa
(*Solanum* spp.) en Socos a 3500 msnm, Ayacucho - 2023**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Jhonatan Andersson PALOMINO ZAVALETA

ASESOR:
M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis padres, Domingo Palomino Quispe y Fortunata Zavaleta Espinoza por la educación que me han brindado, quienes no solo me brindaron conocimiento, sino también valores, principios y fortalezas para seguir adelante.

A mis hermanos, Fredy, Edison, Roque y Julio Cesar, gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, este trabajo que he logrado se debe en gran parte a ustedes, del mismo modo agradecer por ser parte de la alegría de nuestra familia.

A mis amigos y compañeros del aula, con quienes compartimos momentos gratos durante la vida universitaria.

Jhonatan A.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por abrirme las puertas para continuar con mis estudios superiores.

A la Facultad De Ciencias Agrarias, en especial a mi Escuela Profesional De Agronomía por brindarme sus aulas para instruirme y formarme académicamente.

Al Ph.D. German De La Cruz Lapa, gestor del proyecto de tesis, quien me dio la oportunidad de realizarlo. por sus sugerencias que me permitieron culminar con el proyecto satisfactoriamente en las aulas del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal (LGBV) de la Escuela Profesional de Agronomía.

Al M.Sc. Walter A. Mateu Mateo, asesor del presente trabajo de investigación, quien me dio la oportunidad de trabajar bajo su asesoría; así mismo, por su apoyo y sugerencias oportunas que me permitieron terminar satisfactoriamente mi investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLA.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Cultivo de la papa, generalidades.....	4
1.2.1. Especies cultivadas e importancia.....	6
1.2.2. Clasificación taxonómica.....	6
1.2.3. Descripción botánica.....	7
1.2.4. Fases fenológicas.....	8
1.2.5. Requerimientos edafoclimáticos.....	9
1.2.6. Abonamiento.....	9
1.3. Descriptores morfológicos.....	10
1.4. Caracterización morfológica.....	10
1.4.1. Mecanismos de evaluación morfológica.....	11
1.4.2. Aplicaciones de caracterización morfológica.....	12
1.4.3. Caracterización agronómica.....	13
CAPÍTULO II	
2. METODOLOGÍA.....	14

2.1.	Localización.....	14
2.1.1.	Ubicación específica.....	14
2.1.2.	Ubicación política.....	14
2.1.3.	Ubicación geográfica.....	14
2.2.	Antecedentes del terreno experimental.....	16
2.3.	Condiciones climáticas	16
2.4.	Características fisicoquímico del suelo.....	17
2.5.	Características químicas de estiércol de ovino	18
2.6.	Material biológico.....	19
2.7.	Operacionalización de las variables.....	20
2.8.	Diseño experimental	20
2.9.	Análisis estadístico.....	22
2.10.	Tratamientos	22
2.11.	Instalación y conducción del cultivo.....	23
2.12.	Evaluaciones de factores de productividad.....	24
2.13.	Caracteres de productividad.....	24
2.14.	Evaluación de caracteres morfológicos	25

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1.	Análisis de precocidad	27
3.2.	Análisis de caracteres de productividad.....	28
3.2.1.	Número de tallos aéreos	30
3.2.2.	Altura de la planta.....	31
3.2.3.	Diámetro del follaje	32
3.2.4.	Análisis de características de productividad de tubérculos	33
3.2.5.	Número de tubérculos por planta.....	35
3.2.6.	Rendimiento total de tubérculos	36

3.2.7. Rendimiento de primera categoría.....	37
3.2.8. Rendimiento de segunda categoría.....	38
3.2.9. Rendimiento de tercera categoría	39
3.2.10. Materia seca de tubérculos	40
3.3. Características morfológicas.....	41
3.3.1. Datos de pasaporte.....	41
3.4. Distribución de caracteres cualitativas.....	42
3.5. Análisis de correspondencia (AC)	52
3.6. Análisis de componentes principales (ACP).....	54
3.6.1. Análisis de agrupamiento clúster.....	54
3.6.2. Aporte de los descriptores en la variabilidad.....	58
3.7. Correlación de las variables cuantitativas.....	60
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1. Balance hídrico según los datos meteorológicos para distrito Socos, 3500 msnm, zona de la parcela experimental.....	16
Tabla 2.2. Interpretación de análisis de caracterización del suelo de la parcela experimental	17
Tabla 2.3. Características químicas de estiércol de ovino utilizado en abonado de fondo.....	18
Tabla 2.4. Germoplasma de las accesiones de papa nativa, los cuales fueron tratamientos ...	19
Tabla 2.5. Operacionalización de los variables dependientes	20
Tabla 2.6. Características de las unidades experimentales	21
Tabla 3.1. Matriz de características de precocidad de las 26 accesiones (<i>Solanum spp.</i>), cultivadas en condiciones de Socos, a 3560 msnm.	26
Tabla 3.2. Análisis de varianza de características agronómicas, número de tallos, altura de la planta y diámetro del follaje.	28
Tabla 3.3. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de tallos aéreo de las accesiones de papa nativa, conducidas en Socos, 3500 msnm.	30
Tabla 3.4. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) de altura de la planta de papa nativa, conducidas en Socos, 3500 msnm.	31
Tabla 3.5. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) de diámetro del follaje de papa nativa, conducidas en Socos, 3500 msnm.	32
Tabla 3.6. Análisis de varianza de productividad de los tubérculos de las accesiones de papa nativa (<i>Solanum spp.</i>), conducidos en Socos, 3500 msnm.....	33
Tabla 3.7. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del número de tubérculos por planta de las accesiones de papa nativa (<i>Solanum spp.</i>), conducidas en Socos, 3500 msnm	3.5
Tabla 3.8. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento total experimental de las accesiones de papa nativa (<i>Solanum spp.</i>), conducidas en Socos, 3500 msnm	3.6
Tabla 3.9. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento experimental de 1ra categoría de las accesiones de papa nativa (<i>Solanum spp.</i>), conducidas en Socos, 3500 msnm.....	37
Tabla 3.10. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento experimental de 2da categoría de las accesiones de papa nativa (<i>Solanum spp.</i>), conducidas en Socos, 3500 msnm.....	38
Tabla 3.11. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento experimental de tercera categoría de las accesiones de papa nativa (<i>Solanum spp.</i>), conducidas en Socos, 3500 msnm.....	39
Tabla 3.12. Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) de la materia seca de las accesiones de papa nativa (<i>Solanum spp.</i>), conducidas en Socos, 3500 msnm	40

Tabla 3.13. Distribución porcentual de características de hábito de crecimiento, color de tallos y forma de alas de tallos	42
Tabla 3.14. Distribución porcentual de características de forma de la hoja	43
Tabla 3.15. Distribución porcentual de características de grado de floración, forma de la corola y color de cáliz.....	44
Tabla 3.16. Distribución porcentual de características de color de la flor de la papa nativa ..	44
Tabla 3.17. Distribución porcentual de características de pigmentación de anteras y pistilo .	45
Tabla 3.18. Distribución porcentual de características del color de pedicelo y baya.....	46
Tabla 3.19. Distribución porcentual de características de forma de la baya	46
Tabla 3.20. Distribución porcentual de características de color de la piel de tubérculo	47
Tabla 3.21. Distribución porcentual de características de la forma de tubérculo.....	48
Tabla 3.22. Distribución porcentual de características de la piel de tubérculo	49
Tabla 3.23. Distribución porcentual de características del brote de tubérculo de papa nativa	50
Tabla 3.24. Correlación de las variables cuantitativas	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Mapa de ubicación del terreno experimental en el distrito Socos.....	15
Figura 2.2. Gráfico de balance hídrico de precipitación, temperatura y ETP	17
Figura 2.3. Croquis del diseño experimental en campo	22
Figura 3.1. Frecuencias absolutas de las variables de número de tallos, diámetro de follaje y altura de la planta.....	29
Figura 3.2. Histograma de frecuencias para clasificación en subgrupos jerárquicos.....	34
Figura 3.3. Histograma de frecuencias para clasificación en subgrupos jerárquicos de rendimiento de categoría tercera y materia seca.....	34
Figura 3.4. Distribución de frecuencias de color dominante de la flor de papa nativa	45
Figura 3.5. Distribución de frecuencias de color dominante de la piel de tubérculo	47
Figura 3.6. Distribución de frecuencias de forma general del tubérculo.....	49
Figura 3.7. Distribución de frecuencias de color predominante de la pulpa del tubérculo	50
Figura 3.8. Distribución de frecuencias de color predominante del brote.....	51
Figura 3.9. Análisis de correspondencia de las 26 accesiones de papa nativa, conducidos en Socos, 3500 msnm	52
Figura 3.10. Método de codo para determinar número óptimo de agrupamiento clúster	54
Figura 3.11. Agrupamiento clúster jerárquico con método Ward de las 26 accesiones de papa nativa, conducidos en Socos, 3500 msnm	55
Figura 3.12. Nivel de contribución de los 32 descriptores en la variabilidad morfológica de las 26 accesiones de papa nativa	58
Figura 3.13. Interrelación de las accesiones de papa nativa y los 32 descriptores según los componentes principales.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de campo de caracteres de precocidad de las 26 accesiones de papa nativa ..	70
Anexo 2. Datos de campo de los parámetros aéreos de la planta de papa nativa.....	71
Anexo 3. Datos de campo de los rendimientos totales y por categorías de las 26 accesiones .	72
Anexo 4. Datos de materia seca de los tubérculos de las 26 accesiones de papa nativa.....	73
Anexo 5. Datos de caracterización morfológica de las 26 accesiones de papa nativa	74
Anexo 6. Datos de colección de germoplasma de las 26 accesiones de papa nativa	75
Anexo 7. Datos de entrada de germoplasma de las 26 accesiones de papa nativa.....	76
Anexo 8. Análisis de caracterización del suelo	77
Anexo 9. Análisis de químico de estiércol de ovino	77
Anexo 10. Paneles fotográficos del proceso de elaboración de la tesis	78
Anexo 11. Paneles fotográficos de los tallos, flores, tubérculos y brote	81
Anexo 12. Guía de caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas según (Gómez, 2004).....	84

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Socos a 3500 msnm con el objetivo de conocer las características agronómicas y morfológicas de las 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.). Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR), con 26 tratamientos constituido por las accesiones de papa nativa, con 3 repeticiones y 78 unidades experimentales. Los resultados indican que no se encontraron accesiones precoces a la cosecha, pero sí se hallaron accesiones tardías, como Puka Suytu y Gaspar Uqi, con 160 días después de siembra (dds). Se observó significancia estadística en el rendimiento de tubérculos, destacando la accesión Peruanita con el mayor número de tubérculos, 17.67 unidades. La accesión Tarmeña presentó rendimientos de 37.19, 19.26, 10.49 y 7.44 t ha⁻¹ en rendimiento total, primera, segunda y tercera categoría, respectivamente; estos rendimientos son altos para papa nativa, en lo que podría haber influido la aplicación de estiércol de ovino. En cuanto a la materia seca de los tubérculos, la accesión Tueros presentó un 27.15% de materia seca, lo que indica que es la más harinosa en comparación con las demás. Al respecto del segundo objetivo, algunas accesiones, como Llumchuy Waqachi, Maki y Yana Allqa, presentaron rasgos morfológicos bastante particulares y diferentes. En cambio, accesiones como Puka Suytu, Sisi y Wachwa Ñawin tienden a agruparse, lo cual refleja una mayor similitud entre sus características morfológicas. En general, no se encontraron duplicados, y los descriptores lograron discriminar adecuadamente las accesiones con características particulares, lo que refleja la confiabilidad de la caracterización morfológica.

Palabras clave: *Solanum* spp., papa nativa, caracterización morfológica, accesiones.

INTRODUCCIÓN

La producción de papa del Perú ocupa el puesto 14 entre 150 países productores, solo superada por Estados Unidos en las Américas, con 318.380 hectáreas; también ocupa el primer lugar en América del Sur. Además, según el Cuarto Censo Nacional Agropecuario de 2012, se espera que el rendimiento promedio sea de 14 778 kg/ha; este recurso sustenta a más de 710 000 familias y genera 33,4 millones de salarios, equivalente al 4,0% del PIB agrícola del país (Ministerio de Agricultura y Riego [MIDAGRI], 2017). Las patatas, o conocidos como la papa en el Perú, están ampliamente distribuidas en el mundo y ocupando el tercer lugar en términos de consumo, estos tienen un gran aporte en la seguridad alimentaria en la actualidad (Fernández et al., 2022).

En los sectores altoandinos, este recurso de la papa se ve amenazado por diversos factores como el cambio climático y fenómenos naturales, por lo cual repercute en el rendimiento. Para contrarrestar estos puntos adversos se ve necesario hacer trabajos de campo para poder generar información sobre la diversidad de este cultivo y su potencialidad de interés agronómico (Bustillos et al., 2018). Los propios agricultores han utilizado históricamente una variedad de nomenclaturas basadas en las características de la papa para describir la diversidad de papas nativas de las regiones altoandinas. Esto les permite distinguir cada accesión con cierto grado de precisión (Quiros et al., 1990). Sin embargo, aún no se han realizado investigaciones en algunos lugares que se consideran microcentros de diversidad debido a la alta diversidad de papas nativas que se cultivan año tras año (Rojas, 2007).

Hay poca información e investigación sobre las cuestiones planteadas por las comunidades agrícolas del distrito de Socos. La caracterización morfológica del germoplasma es un método sencillo y económico para identificar posibles rasgos agronómicos de interés; Asimismo, estos esfuerzos son preliminares y esenciales para establecer programas de fitomejoramiento de variedades de cultivos como la papa. Muchas enfermedades amenazan actualmente la seguridad alimentaria y la seguridad económica, por lo que es necesario sentar las bases que nos lleven hacia una producción sostenible. El hecho de que las papas autóctonas sean una fuente importante de empleo, apoyo económico y patrimonio cultural para los agricultores del altiplano andino es uno de los principales motores del estudio de este cultivo. Los conocimientos adquiridos a partir de este estudio también beneficiarán a las generaciones futuras, y el estudio también será útil para los agricultores de la región como herramienta de consulta para el mejoramiento de las mejores variedades agronómicas.

Objetivo Principal:

Evaluar características agronómicas y morfológicas de las 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.) en Socos a 3500 msnm, Ayacucho – 2023.

Objetivos específicos:

1. Evaluar las características agronómicas de las 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.) en Socos a 3500 msnm, Ayacucho – 2023.
2. Evaluar las características morfológicas de las 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.) en Socos a 3500 msnm, Ayacucho – 2023.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Misarayme (2016) realizó trabajo de investigación con el objetivo de evaluar las características morfológicas y rendimiento de 10 accesiones de papa nativa, donde, cada una de las accesiones fueron considerados como un tratamiento. Utilizó el diseño bloque completo al azar con tres repeticiones; durante el manejo agronómico se consideró realizar abonamiento con estiércol de ovino tamizado a razón de 15 toneladas por hectárea. Los variables cuantitativos agronómicos fueron: altura de la planta, número de tallos aéreos y rendimiento de los tubérculos por hectárea. Mientras, en la evaluación morfológica utilizó 12 descriptores para caracterizar hábito de crecimiento, tubérculos y tallos. Como resultado, reportó que en los rendimientos no se obtuvo diferencias estadísticas, sin embargo, se encontró un rendimiento máximo de 27.20 t ha⁻¹ para la accesión Puqya. En evaluaciones cualitativas solo se menciona sus características, más no realizó dendogramas.

Taipe (2017) realizó una investigación con el objetivo de caracterizar morfológicamente en 31 accesiones de papas nativas en condiciones de Huancavelica. Cada accesión representó un tratamiento, estos fueron sembrados sin diseño experimental, solo fueron distribuidos de manera conveniente en el campo definitivo, 10 tubérculos por cada accesión. Los variables evaluados fueron cualitativos (morfológicos) y agronómicos (días a la madurez), nivel de ploidía, los cualitativos fueron evaluados mediante 32 descriptores basados en características de flores, tallos, tubérculos, etc. Como resultado, los datos fueron analizados mediante construcción de dendogramas; en la que llegaron a formar 4 grupos con 0.21% de similitud.

Jiménez (2022) hizo un trabajo de investigación con la finalidad de determinar características morfológicas y agronómicas de 100 accesiones de papa nativa, en condiciones de Cusco; muestras tomadas del Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina. Se instaló sin diseño, para la caracterización morfológico utilizó descriptores mínimos de INIA y tabla de colores del CIP (Centro Internacional de la Papa). Las variables cuantitativas evaluadas fueron tamaño de los tubérculos y el rendimiento; mientras en cualitativos fueron cualidades morfológicas. Como resultado, encontraron que, en los hábitos de las plantas, el 50% son postrados y el 0% erectos; entre los colores de tallo, el 31% son verdes y el 2% son rojos; entre las formas de alas de tallo, el 58% son rectas y el 1% son dentadas. Las formas de corona, los

pentágonos representan el 44% y las formas de estrella el 2%; entre los colores primarios de las flores, el 49% son lavanda y el 1% son violeta rojizo; entre los colores principales de la piel exterior de los tubérculos, el violeta representa el 38% y el naranja está ausente; de los colores principales de la pulpa, el 62% son blancos, sin amarillo claro, amarillo oscuro, rojo y violeta; en forma general del tubérculo, el 32% son comprimidos y el 2% ovalados; profundidad de los ojos 44% Es poco profundo y no pronunciado, y de los colores principales de los cogollos el 66% son morados y el 1% rosados. Durante la evaluación agronómica se encontraron en mayor o menor proporción: tamaño del tubérculo, con 67% mediano y 10% pequeño; el número de tubérculos. El rendimiento máximo encontrado fue 37,187.50 kg ha⁻¹.

Torres (2018) realizó investigación en condiciones de Anta, Huancavelica, con la finalidad de evaluar la diversidad morfológica. Se valuó en total a 32 accesiones instalados en un diseño completo randomizado, sembrando 11 tubérculos por cada accesión sin repetición. Las variables evaluadas fueron: cualitativas, caracteres morfológicos a través de los 32 descriptores del CIP (Centro Internacional de la Papa); cuantitativas, días al brotamiento, floración y cosecha. Como resultado, reportó que mediante dendograma llegaron a formar 10 grupos con una similitud de 46% y mediante análisis de componentes principales determinó que los caracteres de los tubérculos aportaron más en la variabilidad. En cuanto a los variables cuantitativas no se encontró reportes.

1.2. Cultivo de la papa, generalidades

La producción de papa del Perú ocupa el puesto 14 entre 150 países productores, solo superada por Estados Unidos en las Américas con 318.380 hectáreas; también ocupa el primer lugar en América del Sur. Además, según el Cuarto Censo Nacional Agropecuario de 2012, se espera que el rendimiento promedio sea de 14 778 kg/ha; este recurso sustenta a más de 710 000 familias y genera 33,4 millones de salarios, equivalente al 4,0% del PIB agrícola del país (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2017). Las patatas o conocidos como la papa en el Perú, están ampliamente distribuidas en el mundo y ocupando el tercer lugar en términos de consumo, estos tienen un gran aporte en la seguridad alimentaria en la actualidad (Fernández et al., 2022).

En el año 2000 había casi un millón de productores de papa en el Perú. de ellas, 344 000 productores se dedicaron a producir variedades de papa nativas y, mientras 650 000 productores lo hicieron en variedades mejoradas. La proporción de variedades mejoradas y nativas

producidas ha aumentado un 25% desde 2000, junto con el número de productores (Horton & Samanamud, 2017).

La región andina de América del Sur, donde se originó la papa y es un alimento básico importante, ha experimentado un lento aumento en la producción de papa. Perú es la excepción, ya que la producción de papa del país ha aumentado recientemente (Horton & Samanamud, 2017); esto se debe a que el Perú posee "variedades nativas de papa nativa", no solo tiene un alto valor nutricional, sino que es también antioxidante -rico, pero también tiene una alta capacidad para tratar y/o aliviar enfermedades (Gil-Rivero et al., 2019).

Según las evidencias de las investigaciones arqueológicas, la domesticación de este cultivo es desde hace 7000 años, luego de la conquista de la América, la papa fue llevada a otros continentes como Europa. Hasta la actualidad, se estima que existen más de 200 especies silvestres de papas tuberíferas, es decir, especies que llegan a formar tubérculos, donde estos poseen una poliploidía de diploide hasta hexploide. Se estima que en el antiguo Tawantinsuyo lograron cultivar unas 3000 variedades (Chávez-Alfaro, 2006). Las especies silvestres han dado origen a las cultivadas, uno de los centros de domesticación, Hawkes refiere a Lago Titicaca, donde la especie diploide *S. canasense* se considera como uno de los parientes (Chávez-Alfaro, 1995).

La papa históricamente viene brindando calidad de vida a la población altoandina, lo cual se refleja en la longevidad de sus habitantes; no obstante, ante la falta de los registros de estas variedades existentes, en el tiempo se está perdiendo tanto los genotipos y los conocimientos etnobotánicos relacionados a este cultivo (Gil-Rivero et al., 2019). El recurso megadiverso de este cultivo no se utiliza como debería ser y muchas veces en algunos sectores geográficos no prestan atención, esto ocurre principalmente porque no existe suficiente información ni registros (Onamu et al., 2015).

En los sectores altoandinos, este recurso de la papa se ve amenazado por diversos factores como el cambio climático y fenómenos naturales, por lo cual repercute en el rendimiento. Para contrarrestar estos puntos adversos se ve necesario hacer trabajos de campo para poder generar información sobre la diversidad de este cultivo y su potencialidad de interés agronómico (Bustillos et al., 2018). Los propios agricultores han utilizado históricamente una variedad de nomenclaturas basadas en las características de la papa para describir la diversidad de papas nativas de las regiones altoandinas. Esto les permite distinguir cada accesión con cierto grado

de precisión (Quiros et al., 1990). Sin embargo, aún no se han realizado investigaciones en algunos lugares que se consideran microcentros de diversidad debido a la alta diversidad de papas nativas que se cultivan año tras año (Rojas, 2007).

1.2.1. Especies cultivadas e importancia

Tenemos opciones más resilientes, resistentes a plagas y productivas gracias a la diversidad de especies y variedades de este cultivo para combatir los efectos del cambio climático que ponen en riesgo la seguridad alimentaria. Pero debido al abandono de los campos, la falta de mercado e incentivos para el cultivo de papa y otros factores, los recursos genéticos de la papa y la agrobiodiversidad en general se están perdiendo o degradando a un ritmo alarmante (Ministerio de Ambiente [MINAM], 2019).

Chávez-Alfaro (1995) menciona que Bukasov, Hawkes, Ochoa, propusieron la taxonomía de las papas cultivadas, y existen 8 especies cultivadas que son: entre los diploides (2X), *Solanum stenotomum*, *S. goniocalyz*, *S. phureja*, *S. ajanhuiri*; los triploides (3X), *S. chaucha*, *S. juzepczukii*; los tetraploides (4X), *S. tuberosum*, *S. andígena*; pentaploides (5X), *S. curtilobum*. De todas estas especies cultivadas, el Centro Internacional de la Papa (CIP) desde su creación ha logrado coleccionar más de 4000 variedades de papas cultivadas, en este grupo se puede encontrar una variabilidad morfológica grande, asimismo, se puede encontrar accesiones tolerantes a enfermedades como la rancia; por lo cual, se puede aprovechar sus distintas potencialidades agronómicas.

1.2.2. Clasificación taxonómica

La papa cultivada en sistema Engler es de la siguiente manera, según Ochoa (1999, como se citó en Ponce, 2013):

- ✓ Reino: Vegetal
- ✓ División: Fanerógamas
- ✓ Subdivisión: Angiosperma
- ✓ Clase: Dicotiledóneas
- ✓ Subclase: Simpétala
- ✓ Sección: Anisocárpeas
- ✓ Orden: Tubifloríneas (solanales)
- ✓ Familia: Solanaceae
- ✓ Género: *Solanum*

- ✓ Sección: Petota
- ✓ Subsección: Potatoe
- ✓ Especies: *Solanum* spp.

1.2.3. Descripción botánica

a. Brote

Brote es una sección de tallo que surge del ojo del tubérculo. Las características son altamente variables, ya sea por factores externos, influenciada o que ocurre naturalmente. Un solo tubérculo da a múltiples brotes durante la siembra (Egúsqüiza, 2000).

b. Tallo

Consisten en una serie de tallos aéreos y subterráneos que se categorizan de la siguiente manera: tallo principal, que parte de los brotes del tubérculo madre o semilla; tallo secundario, que se desarrolla a partir de una yema subterránea del tallo principal; tallo estolonífero, que se desarrolla a partir del estolón que entra en contacto con la luz; rama, que se desarrolla a partir del tallo aéreo principal; el estolón y el tubérculo comestible (Egúsqüiza, 2000).

c. Raíz

Se trata de una estructura subterránea formada por una red fibrosa (conjunto de raíces), formada por los nudos del tallo subterráneo que absorbe agua y minerales (Egúsqüiza, 2000).

d. Hojas

La hoja es una estructura lanceolada e imparipinnada que es capaz de realizar actividad fotosintética. El raquis o pecíolo, la hoja interhojuela (hoja secundaria), los folíolos laterales y el folíolo terminal comprenden los elementos de la hoja (Egúsqüiza, 2000).

e. Flor

Las flores son pentámeras, unidas por sus bordes, estructuras aéreas que sirven a la vez de órganos reproductores y herramientas para diferenciar variedades. Aparecen en racimos para formar inflorescencias. El medio ambiente puede alterar la fertilidad de los óvulos y el polen (Egúsqüiza, 2000). Los cuatro componentes fundamentales de una flor (el cáliz, la corola, los estambres y el pistilo) están presentes en las flores de papa bisexuales (Inostroza et al., 2016).

f. Fruto y semilla

El fruto es una variedad de baya que se desarrolla a partir del ovario. El fruto contiene semillas sexuales maduras y fertilizadas o fecundadas; La cantidad de semillas varía mucho y puede contener hasta 400 semillas por fruto. Cada semilla tiene el potencial de producir una nueva planta con abundantes cosechas (Egúsquiza, 2000).

g. Estolón

Tiene una longitud variable que varía según la variedad. Es subterráneo, está formado a partir de yemas subterráneas y tiene un extremo en forma de gancho. Su finalidad es transferir los fotosintatos a los tubérculos en forma de almidón (Egúsquiza, 2000).

h. Tubérculo

Los ojos están dispuestos en forma de espiral en la superficie del tubérculo; sustituyen a los nudos y las hojas, respectivamente. El tubérculo es un tallo modificado con extremos basal y apical. Los ojos de un tubérculo maduro permanecen inactivos por un tiempo; Una sección longitudinal revela los componentes, que incluyen la corteza, el parénquima de reserva, el sistema vascular, el peridermo o piel y el tejido medular o médula (Inostroza et al., 2016).

1.2.4. Fases fenológicas

Como se describe según MINAM y MIDAGRI (2014), las fases fenológicas de la papa se considera las siguientes etapas:

- i. **Brotamiento:** La planta comienza a brotar durante esta fase, tras la cual emerge.
- j. **Formación de estolones:** Esta fase se mide a partir del punto en el que las yemas subterráneas de los tallos comienzan a alargarse horizontalmente y formar ramas laterales.
- k. **Inicio de floración:** Esta etapa se mide desde el momento en que la corola de la primera inflorescencia de la planta se abre completamente.
- l. **Inicio de tuberización:** Se tiene en cuenta desde el momento en que la porción distal de los primeros estolones comienza a agrandarse.
- m. **Final de floración:** Se tiene en cuenta tan pronto como comienza la floración final de la planta o marchitamiento.
- n. **Final de tuberización:** aquí el último estolón en su parte distal extremo empieza

su engrosamiento para formar tubérculo.

- o. **Maduración fisiológica:** El follaje de la planta ha experimentado un cambio de color confirmado a amarillo, lo que indica una reducción en la tasa fotosintética. La cáscara de los tubérculos está firmemente adherida y no se desprende fácilmente con un simple toque con el dedo.

1.2.5. Requerimientos edafoclimáticos

Las papas cultivadas se siembran hasta los 4300 m.s.n.m., este cultivo, debido a que tienen variabilidad se adapta a distintas condiciones geográficas; ya sea climas templadas, bajas temperaturas, resistencia a heladas, etc. (Tapia & Fries, 2007); las variedades nativas se siembran sobre los 3000 m.s.n.m. (Egúsqüiza, 2000).

1.2.6. Abonamiento

La restitución mínima de nitrógeno, fósforo y potasio debería ser 160-40-80 kg, respectivamente, para un rendimiento de 20-30 t ha⁻¹ (Tapia & Fries, 2007). Las reposiciones nutricionales para una hectárea de los macroelementos varían entre 50-500 kg, 80-300 kg y 40-150 kg de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 1984).

Para abonamiento con fuentes orgánicas como la gallinaza, Peñaloza et al. (2019) en una investigación de niveles de gallinaza, reportaron que el nivel con el que se obtienen rendimientos de 23 a 24 t ha⁻¹ es 4 t ha⁻¹ de gallinaza; por lo cual este nivel sería recomendable. Luna-Murillo et al. (2016), en una investigación probaron fertilización orgánica pura y la interacción de estos con fertilizantes químicos, las cantidades fueron: 2.5 t ha⁻¹ de gallinaza, 10 t ha⁻¹ de estiércol de bovino y 0.7 t ha⁻¹ de humus de lombriz; químicos: 10-30-10 y 15-15-15, 0.38 t ha⁻¹ cada uno. Los resultados reportados indicaron que fueron similares, es decir, no hay diferencia estadística. Por lo tanto, esta mezcla de abono orgánico resultaría recomendable utilizar.

De La Cruz y Arone (2021), investigaron el efecto de estiércol de ovino y abono verde en cultivo de la papa mejorada, las dosis aplicadas fueron 250 y 500 g de guano de ovino; mientras abono verde fue de las mismas cantidades; como resultado, reportaron que las dosis de estiércol de ovino influyeron en cuanto a la productividad, aunque en menor grado a comparación de abonos verdes. En conclusión, estas dosis o dosis similares serían adecuados para la aplicación en

nuestro medio.

1.3. Descriptores morfológicos

Es cualquier diferencia entre individuos controlados por genes y observable al ojo humano, es decir, es cualquier medio que se utiliza para identificar a través de rasgos observables y estables; hoy comúnmente utilizado como descriptores morfológicos (Pérez, 1997).

La identificación de la variabilidad morfológica en el cultivo de la papa es de suma importancia, esto ayuda para poder conservar de manera eficiente; asimismo, sirve para hacer mejoramiento genético. Los descriptores morfológicos, si bien puede identificar las diferencias entre accesiones, sin embargo, los factores ambientales influyen (Onamu et al., 2012). Los marcadores morfológicos son de gran importancia para el manejo de germoplasmas (Tomás et al., 2013)

1.4. Caracterización morfológica

Gómez (2004), menciona que la caracterización consiste en transformación de los estados de un individuo utilizando descriptores en dígitos, datos o valores. Cada estado de carácter debe ser homólogo. De la misma forma, refiere que los descriptores son rasgos que, cuando están influenciados por diversos factores ambientales, se expresan de manera relativamente estable, haciendo que los individuos sean identificables. Según Delgado (2006), debido a que los marcadores morfológicos están sujetos a factores ambientales y fenológicos que en última instancia afectan la forma en que se expresan sus características, pueden tener una serie de limitaciones. Además, sugiere que la etapa adulta, que considera toda la planta donde se manifiestan sus rasgos, sea la más adecuada para su evaluación.

El primer paso para mejorar los programas de cultivo y conservación es la caracterización morfológica. Se han hecho uso de las características morfológicas para identificar cultivares, conservar los recursos genéticos y estudiar la diversidad genética. También exhiben las siguientes limitaciones: se demora más tiempo, implican estados de desarrollo específicos del cultivo, limitados, su eficiencia depende de los evaluadores (Yasmin et al., 2006). Este proceso de caracterizar sirve para identificar duplicados de accesiones; por lo cual, en una investigación es importante evaluar plantas que crecieron en las mismas condiciones climáticas, esto ayuda a incrementar la eficiencia de los descriptores y su confiabilidad (Huaman, 2008).

Huaman (2008), en el año 1977 presenta 52 descriptores de la papa; entre los descriptores

morfológicos se encontraban doce descriptores de tubérculos, seis descriptores de tallo, cinco descriptores de hojas, veinte descriptores de flores, cinco descriptores de frutos y cuatro descriptores de hábitos de crecimiento de las plantas. Se eligen veintiocho descriptores morfológicos con el objetivo de detectar duplicados de un mismo cultivar nativo en la colección conservada en el CIP. La experiencia ha demostrado que un alto porcentaje de entradas de la colección con características morfológicas similares pueden agruparse rápidamente utilizando estos 28 descriptores. Luego se llevaron a cabo en el campo comparaciones morfológicas más exhaustivas entre entradas con altos coeficientes de similitud.

1.4.1. Mecanismos de evaluación morfológica

Huaman (2008), menciona que la toma de datos en el campo durante la evaluación deberá seguir los mecanismos siguientes: cuando las plantas propagadas mediante tubérculos están en plena floración, se recopilan datos sobre las características de los tallos, hojas y flores. Con base en el promedio de mediciones tomadas en múltiples plantas para cada entrada o accesión, se deben documentar los datos de los descriptores relacionados con el tamaño. Las hojas en el centro del tallo principal son donde se realiza un seguimiento de todos los datos sobre las características de las hojas. La expresión media de al menos dos hojas centrales deberá ser siempre la de los datos que se anotan.

Huaman (2008), refiere que la caracterización de las papas se debe realizarse en su hábitat natural, donde los individuos desarrollan todo su potencial genético, pudiéndose así describir todas sus características. Sin embargo, en condiciones de invernadero, muchas de las características están segados debido a que están sometidas a estreses fuertes como la temperatura, etc. Algunas de las recomendaciones específicas nos mencionan los siguientes, a fin de realizar un buen trabajo:

- ✓ Se debe sembrar mínimo 10 tubérculos por cada accesión
- ✓ Todas las plantas deben recibir las mismas condiciones
- ✓ Se debe observar las características como mínimo en tres plantas, luego escoger planta representativa, en la cual se debe evaluar hasta el final.
- ✓ No se debe evaluar en plantas extremos para evitar efecto borde

Secuencia de evaluación y estados fenológicos para la caracterización morfológica según CIP (Centro Internacional de la Papa):

Floración:

- ✓ Hábito de crecimiento de la planta
- ✓ Forma de la hoja
- ✓ Color del tallo
- ✓ Forma de alas de tallo
- ✓ Grado de floración
- ✓ Forma de la corola
- ✓ Color de la flor
- ✓ Pigmentación en anteras
- ✓ Pigmentación en el pistilo
- ✓ Color de cáliz
- ✓ Color del pedicelo

Fructificación:

- ✓ Color de baya
- ✓ Forma de la baya

Tubérculos a la cosecha:

- ✓ Color de piel del tubérculo
- ✓ Forma del tubérculo
- ✓ Color de carne de tubérculo

Brotamiento:

- ✓ Color del brote

1.4.2. Aplicaciones de caracterización morfológica

Abad (2019) realizó un trabajo de investigación en Uruguay, donde caracterizó las papas silvestres morfológicamente utilizando descriptores del CIP propuestas por Gómez (2004) y Huamán (2000). En la que reportó que estos descriptores morfológicos mostraron la diversidad, sin embargo, no se adapta al 100% a las especies silvestres, dado que fueron desarrollados en especies cultivadas.

Rodríguez-Rodríguez et al. (2013) realizaron trabajos de caracterización morfoagronómica mediante 35 descriptores en 2285 genotipos de papas, todos obtenidos de cruzamientos de

progenitores diploides: *Solanum tuberosum* grupo *Phureja*, *Solanum stenotomun subsp. stenotomun*, *Solanum stenotomun subsp. goniocalyx* y *Solanum bukasovii*. En la que reportaron que, mediante análisis multivariado determinaron 5 grupos principales, es decir, esta cantidad de individuos se clasificaron en cinco grandes grupos de acuerdo a sus características morfológicas.

1.4.3. Caracterización agronómica

Consiste en determinar la productividad de cada una de las accesiones en cuestión, lo cual implica medir los kilogramos de tubérculos, número de hojas, tallos etc.; donde, cada accesión o genotipo tiene su potencial de rendimiento de acuerdo a sus características y bajo la influencia del medio ambiente (Gabriel et al., 2016). De la misma forma, Rodríguez-Rodríguez et al. (2013) menciona que, el trabajo consiste en determinar los valores de productividad mediante parámetros de peso, alturas y unidades de rendimiento.

De las aseveraciones anteriores, se puede deducir que la caracterización agronómica es netamente cuantificación cuantitativa de los variables que se evalúa relacionados a la productividad, que a través de ello se logra tipificar individuos con mejores caracteres y que esto finalmente nos pueda servir para poder realizar selección de las mejores accesiones. Uno de los propósitos de investigaciones en un grupo de germoplasma de cultivos es el bosquejo de mejores individuos agronómicamente, debido a que estos podrían servir en programas de fitomejoramiento en el futuro.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Localización

2.1.1. Ubicación específica

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el terreno que está ubicado en el distrito de Socos, terreno agrícola propio con pendiente media de 15%.

2.1.2. Ubicación política

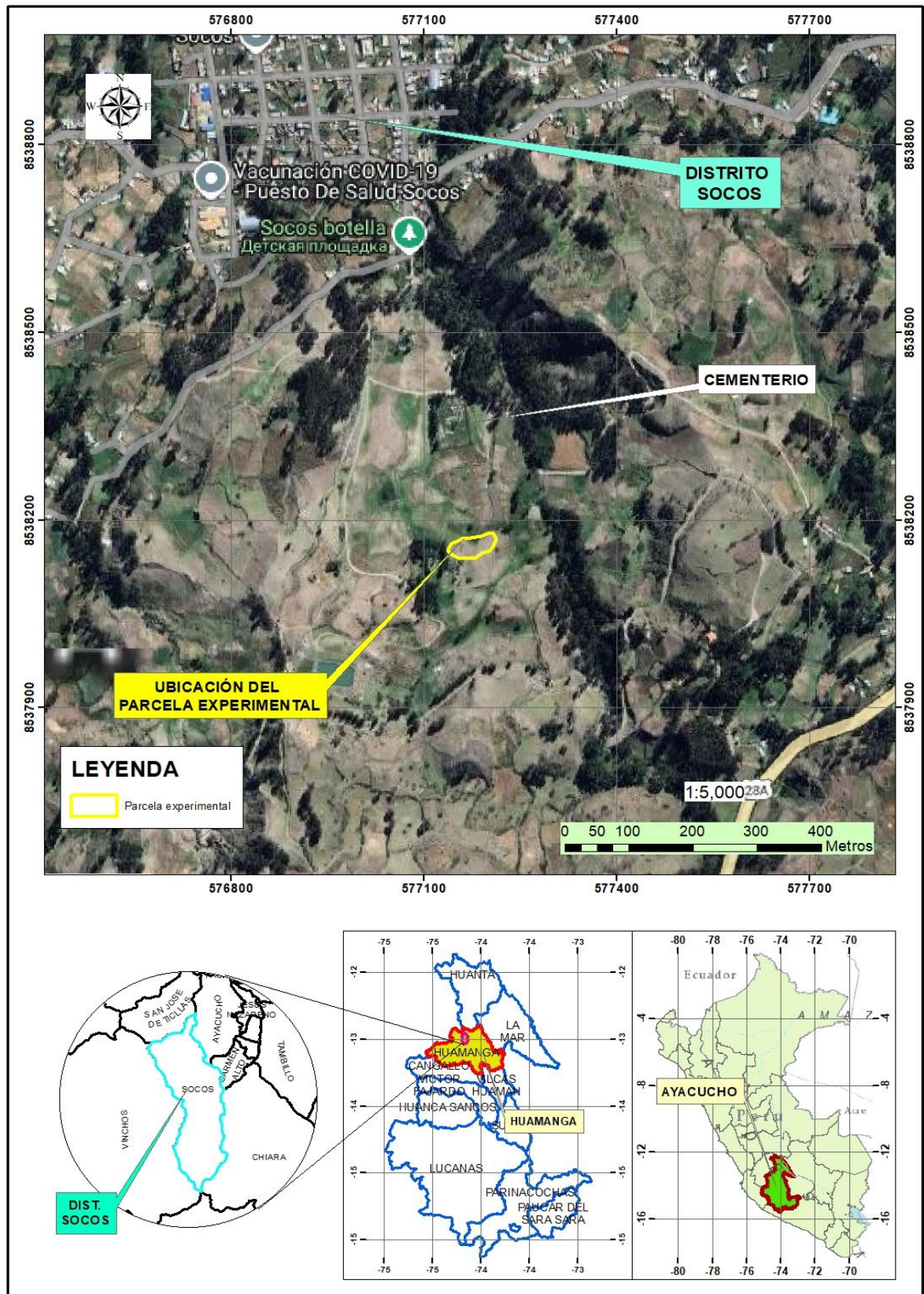
- ✓ Departamento : Ayacucho
- ✓ Provincia : Huamanga
- ✓ Distrito : Socos

2.1.3. Ubicación geográfica

- ✓ Latitud: 13°12'39"S
- ✓ Longitud: 74°17'15"O
- ✓ Altitud: 3500 msnm.
- ✓ Región natural: Región quechua

Figura 2.1

Mapa de ubicación del terreno experimental en el distrito Socos a 3500 msnm.



2.2. Antecedentes del terreno experimental

La investigación se realizó en un terreno propio ubicado en el distrito de Socos, donde anteriormente se cultivó haba durante la última campaña agrícola. Este dato no es menor, ya que el haba, al ser una leguminosa, tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo gracias a la fijación natural de nitrógeno. Esto podría haber creado un entorno más favorable para el cultivo de papa, que fue el que se evaluó en este estudio. Además, el manejo agronómico que se aplicó en ese ciclo anterior, como las labores culturales y el uso de insumos también fueron tradicionales, por lo que el terreno estuvo en buenas condiciones. Todos estos aspectos son importantes y deben tenerse en cuenta al momento de analizar los resultados obtenidos.

2.3. Condiciones climáticas

En la Tabla 2.1 se muestra datos meteorológicos con referencia al distrito Socos, según la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). Al realizar el cálculo de balance hídrico, con el fin de poder conocer periodos de déficit y excesos hídricos durante la campaña agrícola 2023 – 2024. se obtuvo temperatura máxima promedio anual de 19.01 °C, mínima mensual anual de 3.54 °C, temperatura promedio anual de 11.27 °C. Asimismo, la precipitación anual resultó 746.00 mm y ETP anual de 659.94 mm.

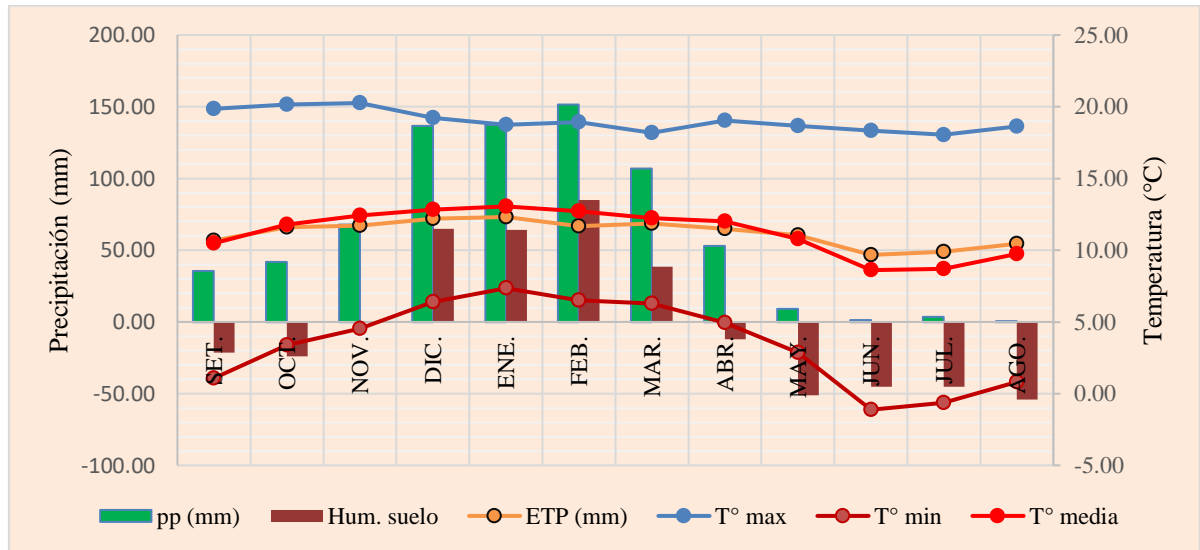
Tabla 2.1

Balance hídrico según los datos meteorológicos para distrito Socos, 3500 msnm, zona de la parcela experimental.

AÑO		2023					2024							
DESCRIPCIÓN	UNID	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	PROMEDIO
Días		30	31	30	31	31	29	31	30	31	30	31	31	
T° max. Media mensual	°C	19.87	20.17	20.26	19.23	18.75	18.92	18.17	19.05	18.68	18.34	18.05	18.63	19.01
T° min. Media mensual	°C	1.07	3.39	4.55	6.41	7.35	6.52	6.29	4.94	2.86	-1.12	-0.65	0.82	3.54
T° media mensual	°C	10.47	11.78	12.41	12.82	13.05	12.72	12.23	12.00	10.77	8.61	8.70	9.73	11.27
Factor de multiplicación		4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	
ETP	mm	50.26	58.43	59.54	63.59	64.73	59.02	60.66	57.58	53.42	41.33	43.15	48.24	659.94
Precipitación	mm	35.40	41.90	68.00	136.80	137.40	151.70	107.10	52.90	9.20	1.40	3.70	0.50	746.00
ETP ajustado	mm	56.81	66.05	67.31	71.88	73.17	66.72	68.57	65.08	60.39	46.72	48.78	54.53	
Humedad del suelo	mm	-21.41	-24.15	0.69	64.92	64.23	84.98	38.53	-12.18	-51.19	-45.32	-45.08	-54.03	
Exceso	mm			0.69	64.92	64.23	84.98	38.53						
Déficit	mm	-21.41	-24.15						-12.18	-51.19	-45.32	-45.08	-54.03	Fc= 1.13
		SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	

Figura 2.2.

Gráfico de balance hídrico, precipitación, temperatura y ETP del distrito de Socos 3500msnm.



Según la Figura 2.2, la temperatura media promedio es casi constante durante el año; mientras, la temperatura mínima más baja se da en el mes de junio, con 3.54 °C. Asimismo, entre los meses de junio hasta agosto existe el déficit hídrico en la zona. Las precipitaciones altas se presentan en los meses desde setiembre del 2023 hasta mayo del año 2024.

2.4. Características fisicoquímicas del suelo

Tabla 2.2

Interpretación de análisis de caracterización del suelo de la parcela experimental.

Descripción	Valores	Unidad	Interpretación
pH	7.24	-.-	Neutro
C.E.	0.21	dS/m	Normal
CO3--	0.0	%	Normal
MO	2.08	%	Medio
P	17.6	Ppm	Medio
K	134.5	Ppm	Alto
CICe	11.08	Cmol(+)/kg	Bajo
Nt	0.10	%	Pobre
Textura	-.-	-.-	Franco arenoso
<u>Cationes cambiabiles</u>			
Ca++	4.72	Cmol(+)/kg	Bajo
Mg++	2.88	Cmol(+)/kg	Medio
K+	0.69	Cmol(+)/kg	Alto
Na+	0.18	Cmol(+)/kg	Bajo

Fuente: análisis de suelo realizado en Laboratorio de suelos y foliar – UNSCH (ver anexo 8)

Según el análisis de caracterización del suelo experimental en Socos, se encontró un contenido medio de materia orgánica (2.08%), un nivel medio de fósforo (17.6 ppm) y un nivel alto de potasio (134.5 ppm). La textura del suelo corresponde a franco arenoso, con una composición de 61.6% de arena, 21.3% de limo y 17.1% de arcilla. Según el cálculo del porcentaje de saturación de sodio intercambiable (PSI), se obtuvo un valor de 1.62%, lo que indica un suelo normal (Tabla 2.2).

2.5. Características químicas de estiércol de ovino

Tabla 2.3

Características químicas de estiércol de ovino utilizado en abonado de fondo

Descripción	Valores	Unidad
pH	9.12	-.-
C.E.	11.09	mS/cm
MO	42.8	%
P ₂ O ₅	17.6	%
K	134.5	%
Nt	1.58	%
CaO	2.8	%
MgO	1.68	%
K ₂ O	0.14	%
SO ₄ --	0.18	%
Humedad	19.04	%

Fuente: análisis de suelo realizado en Laboratorio de suelos y foliar – UNSCH (ver anexo 9)

Según los resultados de laboratorio (Tabla 2.3), el estiércol de oveja resulta ser un excelente aliado para mejorar la salud del suelo. Su alto contenido de materia orgánica (42.8%) ayuda a que la tierra sea más suelta y aireada, mejora la retención de agua y favorece la actividad de microorganismos beneficiosos, algo fundamental para cultivos exigentes como la papa. Además, tiene un buen nivel de nitrógeno (1.58%), un nutriente clave en las primeras etapas del crecimiento, cuando la planta necesita para desarrollarse con fuerza. Por otro lado, el calcio (2.8%) y el magnesio (1.68%) presentes en el estiércol ayudan a fortalecer los tejidos de la planta y mantener un buen equilibrio nutricional. También aporta azufre (0.68%), que juega un papel importante en la formación de proteínas y en las defensas naturales del cultivo frente a enfermedades (ver anexo 9).

Aun así, es importante tener en cuenta algunos aspectos antes de usar este estiércol. Para empezar, su pH es bastante alcalino (9,12), lo que significa que, si se aplica en grandes cantidades, podría aumentar el pH del suelo. Esto no es ideal, sobre todo en suelos que ya son

ligeramente básicos, ya que podría dificultar que las plantas aprovechen bien los nutrientes. Además, su conductividad eléctrica es alta (11.9 mS/cm), lo que indica una gran concentración de sales solubles. Este exceso de sales puede causar problemas de salinidad en el suelo, dificultando que las plantas absorban agua correctamente. Por eso, lo más recomendable es usar este estiércol con moderación y, si es posible, compostarlo antes de aplicarlo. Así se reduce tanto la alcalinidad como la salinidad, y se asegura un impacto más positivo en el crecimiento y la calidad de las papas nativas (ver anexo 9).

2.6. Material biológico

El material biológico estuvo conformado por las 26 accesiones de papa nativa, recolectadas en distrito de Socos. Las semillas recolectadas fueron en forma de tubérculos vegetativas del almacén. La recolección se realizó en el mes de setiembre del 2023, luego fueron sembradas en el mes de noviembre del 2023.

Tabla 2.4

Germoplasma de las accesiones de papa nativa estudiados.

N°	Accesiones de Papa	N°	Accesiones de Papa
T1	Runtus	T14	Wachwa Ñawin
T2	Wamantanga	T15	Yana Allqu.
T3	Tueros	T16	Gaspar Uqi
T4	Yuraq Sisa	T17	Llumchuy Waqachi
T5	Wayru	T18	Pumapa Makin
T6	Sisi	T19	Sangre de Toro
T7	Maqta Uru	T20	Ancy Waqra
T8	Yana Allqa	T21	Tukupá Rinrin
T9	Yana Ribusa	T22	Maki
T10	Llumchuy Waqachi Puka	T23	Tumbay
T11	Gaspar	T24	Peruanita
T12	Betarraga	T25	Tarmeña
T13	Llumchuy Waqachi Alqa	T26	Puka Suytu

2.7. Operacionalización de las variables

Tabla 2.5

Operacionalización de los variables dependientes

Variables dependientes	Indicadores
1. Características agronómicas	1. Número de tallos aéreos (und) 2. Altura de la planta (cm) 3. Clasificación por categoría (primera, segunda y tercera de acuerdo a sutamaño). 4. Rendimiento total de tubérculos (t ha ⁻¹) 5. Contenido de materia seca. Precocidad 1. Días al brotamiento (ddc) 2. Días a la emergencia (dds) 3. Días a la floración (dds) 4. Días a la madurez (dds)
2. Características cualitativas	1. Descriptores morfológicos
Variables independientes	Indicadores
Accesiones de papas nativas	Germoplasma de 26 accesiones

Nota. dds: días después de la siembra, ddc: días después de la cosecha

2.8. Diseño experimental

Los tubérculos semilla de las 26 variedades de papa nativa (*Solanum* spp.) se sembraron en campo utilizando un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA), con tres repeticiones por cada variedad. La ubicación de cada una en el campo se definió mediante un proceso de aleatorización, siguiendo un croquis previamente elaborado según el diseño establecido.

El modelo aditivo lineal del análisis estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- ✓ Y_{ij} = Es la observación de cualquiera del i-ésimo tratamiento y en la j-ésima repetición.
- ✓ μ = Es el promedio de las unidades experimentales.
- ✓ β_j = Efecto de la j-esima repetición.
- ✓ τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.
- ✓ ϵ_{ij} = Error experimental.
- ✓ i = subíndice de variación de tratamientos: 1, 2, 3, ..., t
- ✓ j = subíndice de variación de repeticiones: 1, 2, 3, ..., r
- ✓ t = número de tratamientos.
- ✓ r = número de repeticiones.

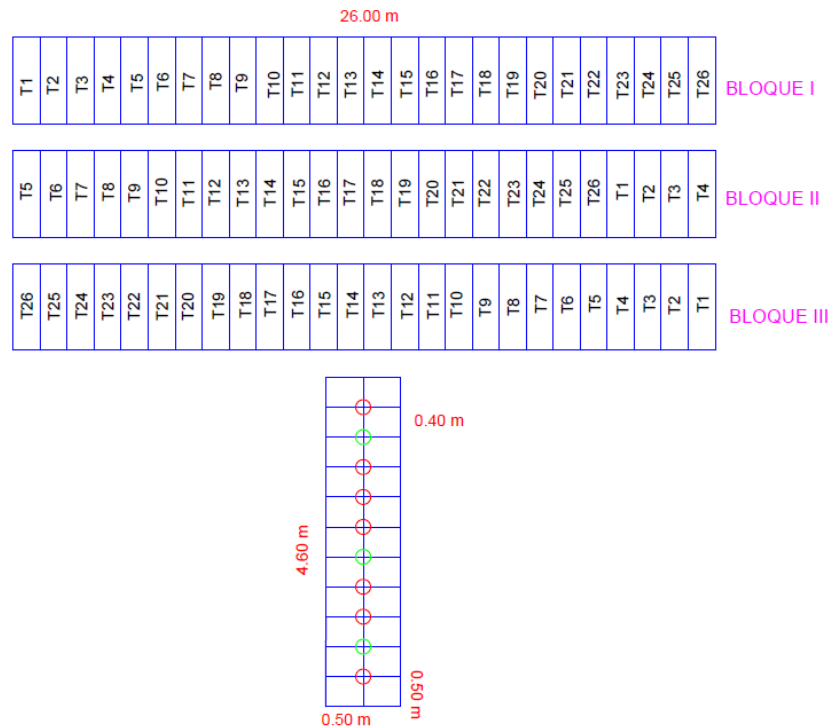
a. Características de las unidades experimentales

Tabla 2.6

Características de las unidades experimentales

Descripción	Unidad	Medida
Ancho de UE	m	3.00
Largo de UE	m	4.60
Área de UE	m ²	13.80
Largo del bloque	m	26.00
Área de cada bloque	m ²	119.60
Ancho de camino	m	1.0
Ancho de bloque	m	4.60
Distancia entre golpes	m	0.40
Número de surcos por UE	unidades	3.0
Distancia entre surcos	m	1.0
Número de tubérculos por UE	unidades	30.0
Número de tubérculos/surco	unidades	10.0

Figura 2.3 Croquis del diseño experimental en campo



2.9. Análisis estadístico

Para analizar los datos tanto cualitativos como cuantitativos, se aplican diferentes herramientas estadísticas, entre ellas el análisis de agrupamiento jerárquico (clúster), el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de correspondencia (AC). Además, se llevaron a cabo pruebas de varianza (ANOVA, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$), comparaciones de medios mediante la prueba de Duncan y análisis de evaluación entre las variables cuantitativas, con el objetivo de entender las relaciones directas e indirectas entre ellas. Todos estos análisis se realizaron utilizando el software R, versión 4.4.2.

Para el análisis se utilizaron librerías como: agricolae, factoextra, NbClust, fpc, cluster, ggplot2, tidyverse, tidyr, FactoMineR. Y corrplot.

2.10. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron representados por cada una de las 26 accesiones de papa nativa, es decir, en total 26 tratamientos (ver tabla 2.4).

2.11. Instalación y conducción del cultivo

- a. **Colección de semillas tubérculo.** Los tubérculos semilla se recolectaron tanto del almacén propio como de los productores vecinos de Socos. Luego, se guardaron en cajas de cartón hasta el momento de la siembra. La recolección se hizo el mes de setiembre del 2023
- b. **Preparación de terreno.** El terreno para la siembra fue preparado previamente mediante arado de tractor agrícola. Luego, se mulló la tierra y, finalmente, se prepararon los surcos correspondientes para la siembra. Esta actividad se realizó el 19 de noviembre de 2023.
- c. **Demarcación del terreno.** Una vez preparados los surcos, se procedió a marcar las dimensiones de cada una de las unidades experimentales, utilizando como guía pita, estacas y flexómetro.
- d. **Siembra.** Los tubérculos semilla fueron sembrados en los surcos, con una distancia de 0.40 m entre los golpes y 1.0 m entre surcos. Una vez colocadas las semillas en los surcos, estos fueron cubiertos con tierra. La siembra se realizó el 26 de noviembre de 2023.
- e. **Aporque.** Cuando las plantas de papa estaban con una altura de 15 cm promedio, se realizó el primer aporque el 16 de enero del 2024; mientras el segundo aporque se realizó cuando las plantas estaban a una altura promedio de 30cm. Con fecha 10 de marzo.
- f. **Control fitosanitario.** Se realizaron dos controles fitosanitarios durante la campaña, el primer control se realizó el 13 de enero del 2024 y el segundo se realizó el 09 de marzo del 2024. En ambas aplicaciones se realizaron utilizando el producto fúngico e insecticida con nombre comercial Fitoklin (ingrediente activo. = Metalaxil) y Cyperklin 25 (ingrediente activo: Cypermethrin), respectivamente, según su ficha técnica.
- g. **Fertilización.** Esta actividad consistió en aplicar abonos provenientes de estiércol tamizado de ovino, y se realizó durante la siembra como abonado de fondo. Se llevó a cabo solo una vez por campaña. La aplicación se realizó en forma de puñado, colocándolo en la posición correspondiente con cada golpe, y se aplicó una cantidad de 300 g por puñado. Con fecha de 26 de noviembre del 2023.
- h. **Riego.** El riego fue bajo secano, dado que sembró a fines del mes de noviembre y

entrando al mes de diciembre del año 2023. En los meses de enero y febrero no hubo necesidad de riego, porque la lluvia ha sido constante.

- i. **Cosecha.** Esta actividad se realizó en el momento de madurez de cosecha, es decir, observando indicadores como el amarillamiento de las hojas. En resumen, cuando los follajes alcanzaron un secado del 80 al 90%. En este momento, se seleccionaron los tubérculos por categoría y se evaluaron los rendimientos. La cosecha se realizó el 2 de junio de 2024.

2.12. Evaluaciones de factores de productividad

1. Caracteres de precocidad:

- a. **Días a la emergencia (dds).** Se contabilizó los días que han transcurrido desde la siembra hasta la emergencia del 50% de las accesiones sembradas.
- b. **Días a la floración (dds).** Se contabilizó los días que han transcurrido desde la siembra hasta la floración del 50% de las accesiones sembradas.
- c. **Días a la madurez de cosecha (dds).** Se contabilizó los días que han transcurrido desde la siembra hasta que el 50% de las accesiones hayan mostrado madurez de cosecha, es decir, cuando las hojas hayan alcanzado un promedio 80 - 90% de marchitez.
- d. **Días al brotamiento (ddc).** Se contabilizó los días que han transcurrido desde la cosecha hasta el brotamiento del 50% de las accesiones.

2.13. Caracteres de productividad

- a. **Número de tallos aéreos (tallos).** Durante plena floración se contabilizó el número de tallos aéreos primarios a nivel de cuello de la planta, para cada tratamiento se contabilizó en 03 plantas.
- b. **Altura de la planta (cm).** Durante el 100% de floración, se midió la altura de 3 plantas por cada tratamiento. La altura se determinó desde el cuello de la planta hasta la yema apical más alta del mismo tallo, utilizando un flexómetro (wincha en sistema métrico).
- c. **Diámetro de follaje (cm).** Durante el 100% de floración, se realizó la evaluación del diámetro del follaje en 3 plantas por cada repetición utilizando flexómetro (Wincha de 5m).

- d. Número de tubérculos por planta (und).** En el momento de la cosecha, se contabilizó el número total de tubérculos en tres plantas por cada repetición. El conteo incluyó tubérculos grandes, medianos y pequeños.
- e. Rendimiento total (t ha⁻¹).** Se pesó los tubérculos por cada unidad experimental, luego estos fueron correlacionados para una hectárea. Luego se seleccionó por categorías de primera, segunda y tercera. Según el tamaño de los tubérculos:

Categoría primera. Aquí se clasificó los tubérculos más grandes.

Categoría segunda. Aquí se clasificó los tubérculos con tamaños medianos después de la primera.

Categoría tercera. Aquí se clasificó tubérculos con tamaño menor a la categoría segunda.

- f. Materia seca de tubérculos.** Para la determinación se tomaron 3 muestras frescas de cada accesión de la papa nativa, luego fueron cortadas en forma de rodajas para ser secadas en estufa, hasta obtener un peso constante, una vez seco se procedió a pesar en la balanza electrónico. Esta actividad se realizará después de la cosecha.

2.14. Evaluación de caracteres morfológicos

La caracterización morfológica se llevó a cabo utilizando los descriptores establecidos por Gómez (2004) y el CIP (Centro Internacional de la Papa), los cuales suman un total de 32 descriptores. Cada descriptor está codificado con números arábigos, por lo que, al momento de la evaluación, solo se registraron estos códigos en una matriz, de modo que cada dígito representa un carácter específico. Además, estos códigos numéricos se emplearon para realizar un análisis estadístico multivariado. La matriz con la organización de todos los descriptores se presenta en el anexo 5.

Esto consistirá en las siguientes etapas:

- ✓ **Primera etapa.** En plena floración se realizó la caracterización de hábito de crecimiento, forma de hoja, color de tallos y forma de sus alas, el grado de floración, forma de corola, coloración de flores, pigmento de anteras y pistilo, color de cáliz y pedicelo.
- ✓ **Segunda etapa.** En esta etapa se realizó la caracterización de color y forma de la baya.

✓ **Tercera etapa.** En esta etapa se realizó la caracterización de color de piel y carne del tubérculo, asimismo, la forma.

✓ **Cuarta etapa.** En esta etapa se realizó la caracterización del brote de los tubérculos de haber realizado la cosecha.

a. Secuencia de caracterización de las accesiones:

Secuencia para la caracterización o comparación morfológica: se realizaron las siguientes comparaciones morfológicas en el campo experimental.

Floración:

- I. Hábito de crecimiento de la planta.
- II. Forma de la hoja.
- III. Color del tallo.
- IV. Forma de las alas tallo.
- V. Grado de floración.
- VI. Forma de la corola.
- VII. Color de la flor.
- VIII. Color del cáliz.
- IX. Color del pedicelo.

Fructificación:

- X. Color de baya.
- XI. Forma de la baya.

Tubérculos a la cosecha:

- XII. Color de piel del tubérculo.
- XIII. Forma del tubérculo.
- XIV. Color de carne de tubérculo.

Brotamiento:

- XV. Color del brote.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de precocidad

Tabla 3.1

Matriz de características de precocidad de las 26 accesiones (Solanum spp.), cultivadas en condiciones de Socos, a 3500 msnm.

N°	ACCESIONES	Días al brotamiento (ddc)	Días a la emergencia (dds)	Días a la floración (dds)	Días a la madurez de cosecha
T1	Runtus	18	25	128	180
T2	Wamantanga	18	33	93	185
T3	Tueros	20	31	105	178
T4	Yuraq Sisa	18	28	95	170
T5	Wayro	18	33	93	163
T6	Sisi	20	33	111	177
T7	Maqta Uru	17	31	128	168
T8	Yana Allqa	20	28	95	172
T9	Yana Ribusa	25	33	105	185
T10	Llumchuy Waqachi Puka	25	35	123	172
T11	Gaspar	18	28	95	180
T12	Sangre de Toro	18	33	95	180
T13	Llumchuy Waqachi Alqa	17	31	128	168
T14	Wachwa Ñawin	25	28	93	177
T15	Yana Allqu.	18	28	93	190
T16	Gaspar Uqi	22	38	105	160
T17	Llumchuy Waqachi	25	31	111	163
T18	Pumapa Makin	18	33	128	170
T19	Sangre de Toro	22	33	101	165
T20	Ancy Waqra	28	38	93	162
T21	Tukupá Rinrin	18	38	110	168
T22	Maki	18	31	130	172
T23	Tumbay	22	38	127	166
T24	Peruanita	18	33	93	185
T25	Tarmeña	18	35	90	168
T26	Puka Suytu	30	35	128	160
Máximo		30	38	130	190
Mínimo		17	25	90	160
Promedio		20.5	32.3	107.5	172.5

En la Tabla 3.1 se muestran las características de precocidad de las accesiones en distintas etapas fenológicas. La accesión más precoz hasta la emergencia fue Runtus, con 25 días después de la siembra (dds), mientras que las accesiones más tardías fueron Tukupa Rinrin, Ancy Waqra y Gaspar Uqi, todas con 38 dds.

Hasta la etapa de floración, la accesión más precoz fue la Tarmeña, con 90 días después de la siembra (dds), mientras que la más tardía fue Maki, con 130 dds. El conteo de los días

transcurridos se realizó desde el momento de la siembra hasta que el 50% de las plantas emitió su inflorescencia en cada tratamiento.

Hasta la etapa de madurez de cosecha, según la clasificación de precocidad establecida por Gómez y CIP (2004), no se encontraron accesiones muy precoces (< 90 días después de la siembra, dds), precoces (90 – 119 dds) ni de precocidad media (120 – 149 dds) en este trabajo de investigación. La mayoría de las accesiones presentaron una precocidad tardía (150 – 180 dds), con un total de 22 accesiones, lo que representa el 84.6% del total. Entre estas, Puka Suytu y Gaspar Uqi fueron las que presentaron el menor número de días hasta la cosecha, con 160 dds. Las accesiones muy tardías (>180 dds) fueron Peruanita, Yana Allqu, Yana Ribusa y Wamantanga, con 185, 190, 185 y 185 dds, respectivamente. Estas accesiones muy tardías representan el 15.4% del total.

Hasta la etapa de brotamiento, la accesión más precoz fue Llumchuy Waqachi Alqa y Maqta Uru, ambos con 17 días después de la cosecha (ddc); mientras, las más tardías fue Puka Suytu, con 30 ddc. Para este caso, se evaluaron haciendo conteo de días transcurridos después de la cosecha hasta brotamiento del 50% de los tubérculos en almacén.

3.2. Análisis de caracteres de productividad

Tabla 3.2

Análisis de varianza de características agronómicas, número de tallos, altura de la planta y diámetro del follaje.

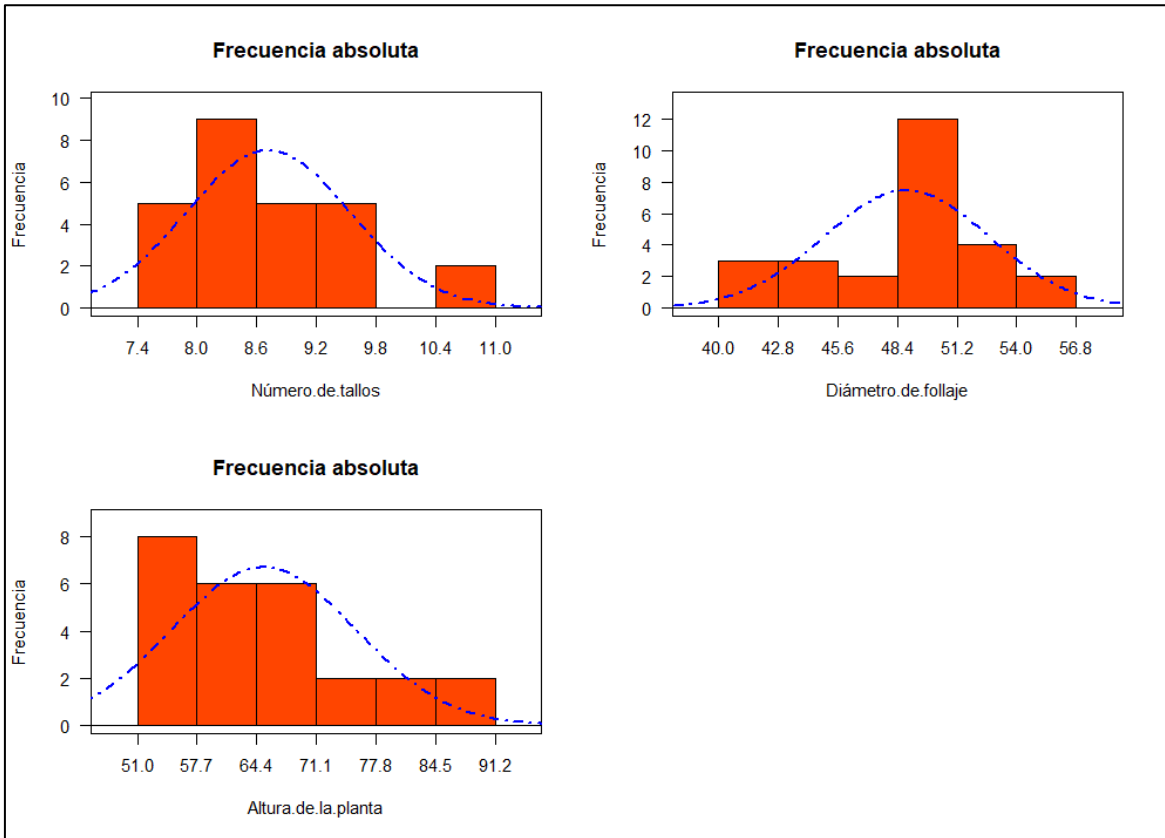
F. V	G. L	Número de tallos (Und.)	Altura de la planta (cm)	Diámetro de follaje (cm)
		Cuadrados Medios (CM)		
Bloques	2	1.86 ns	2.01 ns	31.92 ns
Tratam. (accesiones)	25	2.25 **	341.48 **	48.53 *
Error	50	0.7	32.290	22.46
Total	77			
C. V (%):		9.65	8.74	9.64

En la Tabla 3.2 se muestra análisis de varianza de las variables de número de tallos aéreos, altura de la planta y diámetro de follaje. Para todos ellos, el resultado mostró significancia estadística en el tratamiento, el cual demuestra que por lo menos una de las accesiones (tratamientos) difiere del resto para estas variables evaluadas. Se encontraron coeficientes de varianza de 9.65, 8.74 y 9.60%, respectivamente, los cuales demuestran precisión y

confiabilidad de los resultados.

Figura 3.1

Frecuencias absolutas de las variables de número de tallos, diámetro de follaje y altura de la planta



En la Figura 3.1 se muestra las frecuencias absolutas construidas a partir de las medías de cada variable, con la finalidad de determinar la cantidad de subgrupos jerárquicos. En la variable número de tallos muestras 5 subgrupos, en diámetro de follaje y altura de la planta muestra 6 subgrupos.

3.2.1. Número de tallos aéreos

Tabla 3.3

Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de tallos aéreo de las accesiones de papa nativa, conducidas en Socos, 3500 msnm.

Tratamientos	Prom. (und.)	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupo jerárquico	Fenotipo
T2: Wamantanga	10.97	a	I	Abundante
T1: Runtus	10.57	a b		
T6: Sisi	9.73	a b c	II	
T5: Wayro	9.47	b c d		
T3: Tueros	9.40	b c d e		
T24: Peruanita	9.35	b c d e		
T8: Yana Allqa	9.27	b c d e f		
T11: Gaspar	9.07	b c d e f g	III	Intermedia
T9: Yana Ribusa	8.83	c d e f g		
T7: Maqta Uru	8.77	c d e f g		
T19: Sangre de Toro	8.73	c d e f g		
T10: Llumchuy Waqachi Puka	8.61	c d e f g		
T14: Wachwa Ñawin	8.50	c d e f g		
T13: Llumchuy Waqachi Alqa	8.43	c d e f g	IV	
T12: Betarraga	8.43	c d e f g		
T23: Tumbay	8.40	c d e f g		
T15: Yana Allqu.	8.37	c d e f g		
T26: Puka Suytu	8.08	c d e f g		
T17: Llumchuy Waqachi	8.07	d e f g		
T4: Yuraq Sisa	8.04	d e f g		
T22: Maki	8.03	d e f g		
T18: Pumapa Makin	7.88	d e f g	V	Escaso
T16: Gaspar Uqi	7.83	d e f g		
T21: Tukupa Rinrin	7.77	e f g		
T20: Ancy Waqra	7.67	f g		
T25: Tarmeña	7.40	g		

En la Tabla 3.3 se muestra comparación de medias Duncan del número de tallos aéreos por planta, donde podemos apreciar a la accesión Wamantanga con número mayor de tallos aéreos promedios, 10.97 unidades; no obstante, no defiere estadísticamente de las accesiones Runtus y Sisi, los cuales tuvieron 10.57 y 9.73 unidades de tallos, respectivamente. La accesión Tarmeña resultó con número de tallos más baja a comparación del resto. Asimismo, se clasificó en 5 subgrupos de acuerdo a la distribución de frecuencias de la Figura 3.1, luego estos fueron clasificados en fenotipos de abundante, intermedia y escaso. En trabajos similares, Muñoz-Dipaz (2024) en cultivo de papa nativa encontró número de tallos aéreos máximo de 11.16 unidades en promedio, con accesión Amarilla Larga, el cual es superior a comparación de los

resultados encontrados en condiciones de Socos

3.2.2. Altura de la planta

Tabla 3.4

Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) de altura de la planta de papa nativa, conducidas en Socos, 3500 msnm.

Tratamientos	Prom. (cm)	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupo jerárquico	Fenotipo
T14: Wachwa Ñawin	90.50	a	I	Grande
T13: Llumchuy Waqachi Alqa	88.00	a b		
T10: Llumchuy Waqachi Puka	80.57	b c	II	
T9: Yana Ribusa	78.90	b c d		
T16: Gaspar Uqi	76.83	c d e	III	
T4: Yuraq Sisa	72.10	c d e f		
T8: Yana Allqa	69.50	d e f g	IV	Mediano
T15: Yana Allqu	67.33	e f g h		
T1: Runtus	67.27	e f g h		
T11: Gaspar	67.00	e f g h i		
T23: Tumbay	66.00	f g h i j		
T17: Llumchuy Waqachi	65.33	f g h i j k		
T5: Wayro	63.40	f g h i j k l	V	
T7: Maqta Uru	63.13	f g h i j k l		
T26: Puka Suytu	61.00	g h i j k l m		
T20: Ancy Waqra	60.17	g h i j k l m		
T2: Wamantanga	59.13	g h i j k l m		
T18: Pumapa Makin	58.00	h i j k l m		
T19: Sangre de Toro	56.00	i j k l m	VI	Pequeño
T3: Tueros	56.00	j k l m		
T6: Sisi	55.60	j k l m		
T24: Peruanita	55.00	j k l m		
T12: Betarraga	54.33	k l m		
T21: Tukupa Rinrin	54.33	k l m		
T22: Maki	53.77	l m		
T25: Tarmeña	51.90	m		

En la Tabla 3.4 se muestra la comparación de medias de Duncan para la altura de la planta, donde se observa que la accesión Wachwa Ñawin presentó la mayor altura promedio (90.5 cm); no obstante, no difiere estadísticamente de la accesión Llumchuy Waqachi Alqa, la cual alcanzó una altura promedio de 88.0 cm. La accesión Tarmeña presentó la altura promedio más baja en comparación con el resto, con 51.9 cm. Asimismo, se clasificaron seis subgrupos según la distribución de frecuencias mostradas en la Figura 3.1, los cuales fueron agrupados posteriormente en los fenotipos grande, mediano y pequeño. En trabajos similares, Muñoz-Dipaz (2024) en cultivo de papa nativa encontró una altura máxima de 100.10 cm en accesión

Ruyru Ritipa Sisan, el cual es superior a comparación de los resultados encontrados en condiciones de Socos. Por otra parte, Jiménez (2022) concluye que las alturas de las plantas son relativas, debido a que su forma de crecimiento es muy variable, además es influido por factores externos como el clima.

3.2.3. Diámetro del follaje

Tabla 3.5

Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) de diámetro del follaje de papa nativa, conducidas en Socos, 3500 msnm.

Tratamientos	Prom. (cm)	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupo jerárquico	Fenotipo
T1: Runtus	56.77	a	I	Grande
T9: Yana Ribusa	55.63	a b		
T22: Maki	53.97	a b c	II	
T17: Llumchuy Waqachi	53.30	a b c d		
T18: Pumapa Makin	53.13	a b c d		
T8: Yana Allqa	51.63	a b c d e		
T26: Puca Suytu	51.00	a b c d e f		
T23: Tumbay	50.47	a b c d e f	III	Mediano
T14: Wachwa Ñawin	50.47	a b c d e f		
T13: Llumchuy Waqachi Alqa	50.30	a b c d e f		
T10: Llumchuy Waqachi Puka	49.97	a b c d e f g		
T15: Yana Allqu	49.97	a b c d e f g		
T16: Gaspar Uqi	49.97	a b c d e f g		
T20: Ancy Waqra	49.80	a b c d e f g		
T5: Wayro	49.77	a b c d e f g		
T4: Yuraq Sisa	49.63	a b c d e f g		
T7: Maqta Uru	49.30	a b c d e f g		
T19: Sangre de Toro	48.50	a b c d e f g	IV	
T2: Wamantanga	47.63	a b c d e f g		
T6: Sisi	46.50	b c d e f g	V	
T24: Peruanita	45.30	c d e f g		
T25: Tarmeña	45.17	c d e f g		
T21: Tukupa Rinrin	44.07	d e f g	VI	Pequeño
T12: Betarraga	42.63	e f g		
T3: Tueros	41.97	f g		
T11: Gaspar	40.77	g		

En la Tabla 3.5 se muestra la comparación de medias de Duncan para diámetro de follaje, donde se observa que la accesión Runtus presentó mayor diámetro (56.77 cm); no obstante, no difiere estadísticamente del resto de las accesiones como se muestra en la Tabla 3.5. La accesión Gaspar presentó diámetro más baja en comparación con el resto, con 40.77 cm en promedio. Asimismo, se clasificaron seis subgrupos según la distribución de frecuencias mostradas en la

Figura 3.1, los cuales fueron agrupados posteriormente en los fenotipos grande, mediano y pequeño. Los resultados encontrados en este trabajo de investigación resultaron inferiores a los reportes de Muñoz-Dipaz (2024), quien en el cultivo de papa nativa encontró diámetro de follaje máximo de 77 cm en promedio, con accesión Amarilla Larga, variable evaluada en condiciones de 3760 msnm.

3.2.4. Análisis de características de productividad de tubérculos

Tabla 3.6

Análisis de varianza de productividad de los tubérculos de las accesiones de papa nativa (Solanum spp.), conducidos en Socos, 3500 msnm.

F. V	G. L	Número de tubérculos (Und.)	Rendimiento total (t ha ⁻¹)	Primera (t ha ⁻¹)	Segunda (t ha ⁻¹)	Tercera (t ha ⁻¹)	Materia seca de tubérculos (%)
CUADRADOS MEDIOS (CM)							
Bloques	2	1.42 ns	281.49 *	74.21 *	25.08*	11.28 *	11.76 **
Tratam. (accesiones)	25	14.59 **	155.31 **	41.66 **	12.53 *	6.22 **	19.64 **
Error	50	5.97	66.990	17.02	6.12	2.68	0.01
Total	77	5.97					
C. V (%):		17.7	34.18	34.08	35.07	34.18	0.36

En la Tabla 3.6 se muestra análisis de varianza de número de tubérculos por planta, rendimiento total de los tubérculos, rendimiento por categorías (primera, segunda y tercera) y materia seca en porcentaje. Para todas las variables los tratamientos resultaron significativas estadísticamente (p-valor <0.05), lo que significa que por lo, menos uno de los tratamientos difiere del resto. Se encontraron los coeficientes de variación en el rango de 0.36 – 34.18%, los cuales muestran la dispersión de los datos según los efectos de factores externos e internos.

En la Figura 3.2 se muestra la distribución de frecuencias absolutas de número de tubérculos por plantas, rendimiento total por hectárea, rendimiento de primera y segunda categoría; los cuales evidencian subgrupos de 6 en cada variable y marcados por intervalos. Estos gráficos de frecuencias fueron realizados a partir de los promedios de cada tratamiento.

Figura 3.2

Histograma de frecuencias para clasificación en subgrupos jerárquicos

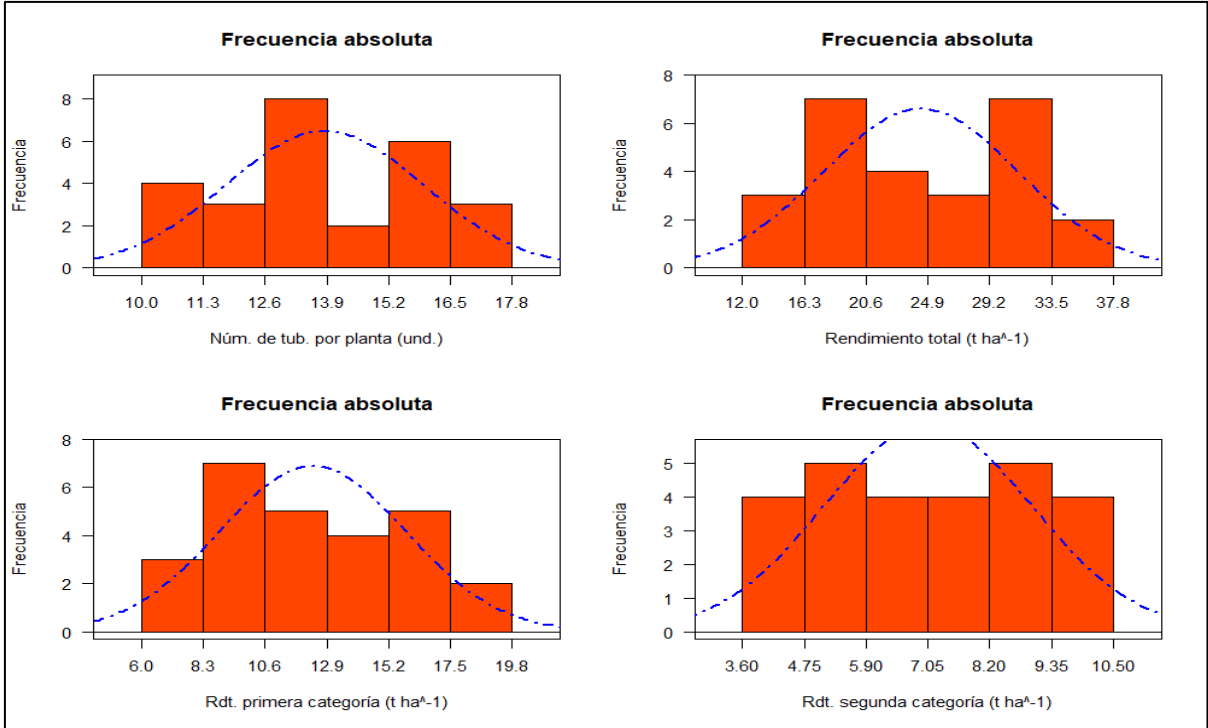
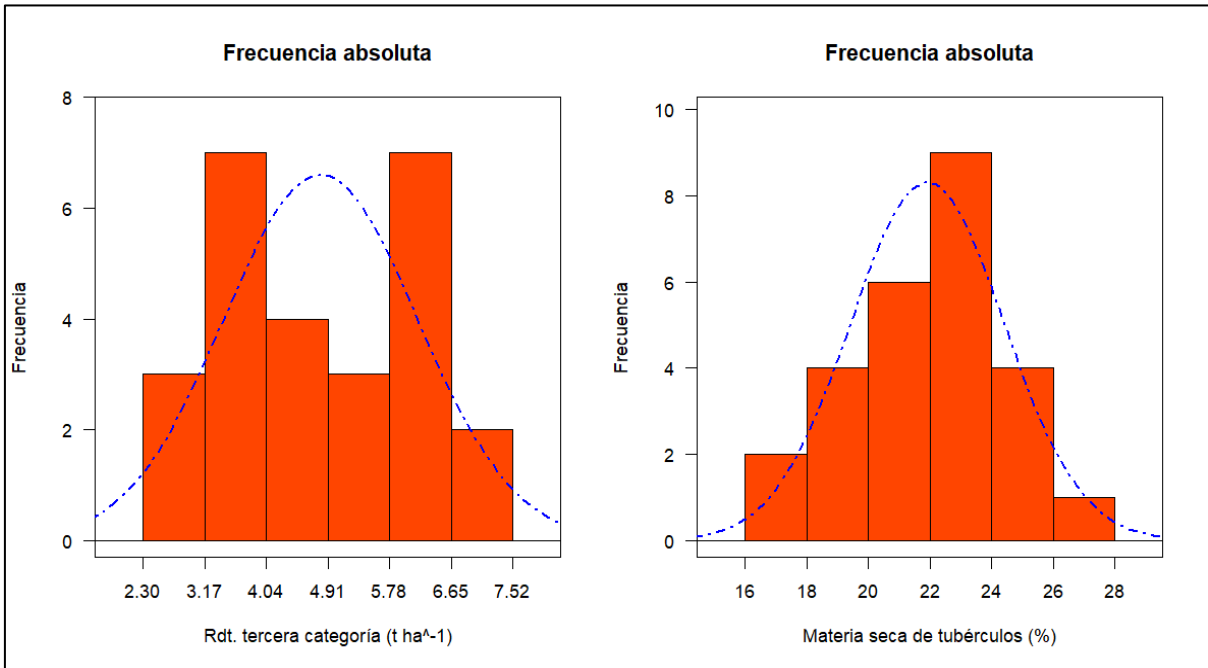


Figura 3.3

Histograma de frecuencias para clasificación en subgrupos jerárquicos de rendimiento de categoría tercera y materia seca



En la Figura 3.3 se muestra frecuencias absolutas realizadas en función de los promedios de las variables de rendimiento de tercera categoría y materia seca, los cuales muestran los intervalos de clasificación en 6 subgrupos jerárquicos.

3.2.5. Número de tubérculos por planta

Tabla 3.7

*Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del número de tubérculos por planta de las accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*), conducidas en Socos, 3500 msnm*

Tratamientos	Prom. (und.)	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupo jerárquico	Fenotipo
T24: Peruanita	17.67	a	I	Abundante
T8: Yana Allqa	17.33	a b		
T6: Sisi	16.67	a b c		
T5: Wayro	16.33	a b c	II	
T9: Yana Ribusa	16.33	a b c		
T4: Yuraq Sisa	16.00	a b c d		
T14: Wachwa Ñawin	15.67	a b c d e		
T3: Tueros	15.67	a b c d e		
T2: Wamantanga	15.33	a b c d e f		
T1: Runtus	14.67	a b c d e f g	III	
T15: Yana Allqu.	14.00	a b c d e f g		
T21: Tukupa Rinrin	13.67	a b c d e f g	IV	Intermedia
T10: Llumchuy Waqachi Puka	13.67	a b c d e f g		
T25: Tarmeña	13.33	a b c d e f g		
T22: Maki	13.33	a b c d e f g		
T20: Ancy Waqra	13.33	a b c d e f g		
T26: Puka Suytu	13.00	a b c d e f g		
T19: Sangre de Toro	13.00	a b c d e f g		
T7: Maqta Uru	12.67	b c d e f g		
T11: Gaspar	12.00	c d e f g	V	
T23: Tumbay	11.33	d e f g		
T12: Betarraga	11.33	d e f g		
T18: Pumapa Makin	11.00	e f g	VI	Pocos
T17: Llumchuy Waqachi	10.67	f g		
T16: Gaspar Uqi	10.67	f g		
T13: Llumchuy Waqachi Alqa	10.33	g		

En la Tabla 3.7 se presenta la comparación de medias de Duncan para el número de tubérculos por planta de papa nativa. Se observa que la accesión Peruanita presentó la mayor cantidad de tubérculos por planta, con un promedio de 17.67 unidades; sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa respecto a las otras 17 accesiones evaluadas (letra a). Por otro lado, la accesión Llumchuy Waqachi Alqa mostró la menor cantidad de tubérculos, con un promedio de 10.33 unidades. Asimismo, se identificaron seis subgrupos según la distribución

de frecuencias mostrada en la Figura 3.2, los cuales fueron clasificados en los fenotipos: abundante, intermedio y pocos. Los resultados encontrados en este trabajo de investigación resultaron inferiores a los reportes de Muñoz-Dipaz (2024), quien en el cultivo de papa nativa encontró número de tubérculos máximo de 22 unidades en promedio, con accesión Puka Huayro, variable evaluada en condiciones de 3760 msnm.

3.2.6. Rendimiento total de tubérculos

Tabla 3.8

*Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento total experimental de las accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*), conducidas en Socos, 3500 msnm.*

Tratamientos	Prom. (t ha ⁻¹)	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupo jerárquico	Fenotipo
T25: Tarmeña	37.19	a	I	Abundante
T21: Tukupa Rinrin	34.79	a b		
T23: Tumbay	32.76	a b c	II	
T9: Yana Ribusa	32.25	a b c		
T17: Llumchuy Waqachi	31.76	a b c		
T13: Llumchuy Waqachi Alqa	31.03	a b c d		
T26: Puka Suytu	30.73	a b c d		
T19: Sangre de Toro	29.53	a b c d		
T16: Gaspar Uqi	29.50	a b c d		
T24: Peruanita	26.08	a b c d e	III	
T20: Ancy Waqra	25.95	a b c d e		
T12: Betarraga	25.42	a b c d e		
T5: Wayro	24.25	a b c d e	IV	Intermedia
T8: Yana Allqa	21.92	a b c d e		
T15: Yana Allqu.	21.92	a b c d e		
T10: Llumchuy Waqachi Puka	21.58	a b c d e		
T4: Yuraq Sisa	19.90	b c d e	V	
T3: Tueros	19.25	b c d e		
T14: Wachwa Ñawin	18.83	b c d e		
T18: Pumapa Makin	17.92	c d e		
T11: Gaspar	17.50	c d e		
T7: Maqta Uru	17.09	c d e		
T22: Maki	16.67	c d e		
T1: Runtus	14.75	d e	VI	Pocos
T2: Wamantanga	12.08	e		
T6: Sisi	12.00	e		

En la Tabla 3.8 se muestra la comparación de medias de rendimiento total de tubérculos por hectárea de papa nativa, según la prueba de Duncan. Se observa que la accesión Tarmeña presentó el mayor rendimiento experimental, con 37.19 t ha⁻¹; no obstante, no difiere estadísticamente del resto de las accesiones. Por otro lado, la accesión Sisi presentó el menor

rendimiento en comparación con las demás, con 12.00 t ha⁻¹. Asimismo, se clasificaron seis subgrupos según la distribución de frecuencias mostrada en la Figura 3.2, los cuales fueron agrupados en tres fenotipos: abundante, intermedia y pocos.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación fueron superiores a los reportados por Misarayme (2016), quien registró un rendimiento máximo de 27.30 toneladas por hectárea en papas nativas, específicamente en la accesión Puqya. Las diferencias observadas pueden estar relacionadas con factores climáticos y el abonamiento aplicado. Por otro lado, Taípe (2017) menciona que los rendimientos de la papa nativa a nivel experimental suelen ser elevados, como se ha observado en otros estudios realizados en diversas regiones del Perú. En condiciones regionales, Muñoz-Dipaz (2024) encontró rendimientos altos en cultivos de papa nativa; al evaluar 61 accesiones, reportó un promedio de 40 t ha⁻¹ en la accesión Yana Wairu, lo cual es relativamente alto. Este rendimiento, según Muñoz-Dipaz, se debe a las condiciones edafoclimáticas favorables del suelo y al clima de 3760 msnm en la región de La Mar.

3.2.7. Rendimiento de primera categoría

Tabla 3.9

*Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento experimental de 1ra categoría de las accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*), conducidas en Socos, 3500 msnm.*

Tratamientos	Prom.	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupos jerárquicos	Fenotipo
T25: Tarmaña	19.26	a	I	Abundante
T21: Tukupa Rinrin	17.80	a b		
T23: Tumbay	17.03	a b c	II	
T9: Yana Ribusa	16.12	a b c d		
T26: Puka Suytu	15.92	a b c d		
T17: Llumchuy Waqachi	15.88	a b c d		
T13: Llumchuy Waqachi Alqa	15.51	a b c d e		
T19: Sangre de Toro	14.77	a b c d e	III	
T16: Gaspar Uqi	14.75	a b c d e		
T20: Ancy Waqra	13.50	a b c d e f		
T24: Peruanita	13.33	a b c d e f		
T12: Betarraga	12.71	a b c d e f	IV	Intermedia
T5: Wayro	12.13	a b c d e f		
T15: Yana Allqu.	10.96	b c d e f		
T8: Yana Allqa	10.96	b c d e f		
T10: Llumchuy Waqachi Puka	10.79	b c d e f	V	
T4: Yuraq Sisa	9.95	b c d e f		
T3: Tueros	9.63	b c d e f		
T14: Wachwa Ñawin	9.42	c d e f		
T18: Pumapa Makin	8.96	c d e f		

T11: Gaspar	8.75	d e f		
T22: Maki	8.63	d e f		
T7: Maqta Uru	8.54	d e f		
T1: Runtus	7.38	e f		
T2: Wamantanga	6.04	f	VI	Pocos
T6: Sisi	6.00	f		

En la Tabla 3.9 se muestra la comparación de medias mediante la prueba de Duncan para el rendimiento de tubérculos de primera categoría por hectárea. Se observa que la accesión Tarmeña presentó el mayor rendimiento experimental, con 19.26 t ha⁻¹; sin embargo, no difiere estadísticamente de otras 12 accesiones (letra a). Por otro lado, la accesión Sisi presentó el menor rendimiento de primera categoría, con 6.00 t ha⁻¹. Asimismo, se identificaron seis subgrupos según la distribución de frecuencias mostrada en la Figura 3.2, los cuales fueron agrupados en tres fenotipos: abundante, intermedio y pocos.

3.2.8. Rendimiento de segunda categoría

Tabla 3.10

*Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento experimental de 2da categoría de las accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*), conducidas en Socos, 3500 msnm*

Tratamientos	Prom.	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupo jerárquico	Fenotipo
T25: Tarmeña	10.49	a		
T21: Tukupa Rinrin	10.03	a b	I	Abundante
T9: Yana Ribusa	9.68	a b		
T17: Llumchuy Waqachi	9.53	a b c		
T13: Llumchuy Waqachi Alqa	9.31	a b c d		
T23: Tumbay	9.17	a b c d	II	
T19: Sangre de Toro	8.86	a b c d		
T16: Gaspar Uqi	8.85	a b c d		
T26: Puka Suytu	8.67	a b c d		
T12: Betarraga	7.63	a b c d e	III	Intermedia
T24: Peruanita	7.53	a b c d e		
T5: Wayro	7.28	a b c d e		
T20: Ancy Waqra	7.27	a b c d e		
T8: Yana Allqa	6.58	a b c d e	IV	
T15: Yana Allqu.	6.58	a b c d e		
T10: Llumchuy Waqachi Puka	6.48	a b c d e		
T4: Yuraq Sisa	5.97	a b c d e		
T3: Tueros	5.78	a b c d e	V	
T14: Wachwa Ñawin	5.65	a b c d e		
T18: Pumapa Makin	5.38	b c d e		
T11: Gaspar	5.25	b c d e		
T7: Maqta Uru	5.13	b c d e	VI	Pocos
T22: Maki	4.71	c d e		

T1: Runtus	4.43	d e
T2: Wamantanga	3.63	e
T6: Sisi	3.6	e

En la Tabla 3.10 se presenta la comparación de medias según la prueba de Duncan para el rendimiento de tubérculos de segunda categoría por hectárea. Se observa que la accesión *Tarmeña* obtuvo el mayor rendimiento experimental, con 10.49 t ha⁻¹; sin embargo, no difiere estadísticamente de otras 18 accesiones (letra "a"). Por otro lado, *Sisi* presentó el menor rendimiento de primera categoría, con 3.00 t ha⁻¹. Asimismo, se identificaron seis subgrupos según la distribución de frecuencias mostrada en la Figura 3.2, los cuales fueron agrupados en los fenotipos: abundante, intermedio y pocos.

3.2.9. Rendimiento de tercera categoría

Tabla 3.11

*Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento experimental de tercera categoría de las accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*), conducidas en Socos, 3500 msnm.*

Tratamientos	Prom.	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupo jerárquico	Fenotipo
T25: Tarmeña	7.44	a	I	Abundante
T21: Tukupa Rinrin	6.96	a b		
T23: Tumbay	6.55	a b c	II	
T9: Yana Ribusa	6.45	a b c		
T17: Llumchuy Waqachi	6.35	a b c		
T13: Llumchuy Waqachi Alqa	6.21	a b c d		
T26: Puka Suytu	6.15	a b c d		
T19: Sangre de Toro	5.91	a b c d		
T16: Gaspar Uqi	5.9	a b c d	III	
T24: Peruanita	5.22	a b c d e		
T20: Ancy Waqra	5.19	a b c d e		
T12: Betarraga	5.08	a b c d e	IV	Intermedia
T5: Wayro	4.85	a b c d e		
T15: Yana Allqu.	4.38	a b c d e		
T8: Yana Allqa	4.38	a b c d e		
T10: Llumchuy Waqachi Puka	4.32	a b c d e	V	
T4: Yuraq Sisa	3.98	b c d e		
T3: Tueros	3.85	b c d e		
T14: Wachwa Ñawin	3.77	b c d e		
T18: Pumapa Makin	3.58	c d e		
T11: Gaspar	3.5	c d e		
T7: Maqta Uru	3.42	c d e		
T22: Maki	3.33	c d e		
T1: Runtus	2.95	d e	VI	Pocos
T2: Wamantanga	2.42	e		
T6: Sisi	2.4	e		

En la Tabla 3.11 se presenta la comparación de medias según la prueba de Duncan para el rendimiento de tubérculos de tercera categoría por hectárea. Se observa que la accesión *Tarmeña* obtuvo el mayor rendimiento experimental, con 7.44 t ha⁻¹; sin embargo, no difiere estadísticamente de otras 15 accesiones (letra "a"). Por otro lado, *Sisi* presentó el menor rendimiento de primera categoría, con 2.40 t ha⁻¹. Asimismo, se identificaron seis subgrupos según la distribución de frecuencias mostrada en la Figura 3.3, los cuales fueron agrupados en los fenotipos: abundante, intermedio y pocos.

3.2.10. Materia seca de tubérculos

Tabla 3.12

*Comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) de la materia seca de las accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*), conducidas en Socos, 3500 msnm*

Tratamientos	Prom . (%)	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Subgrupo jerárquico	Fenotipo
T3: Tueros	27.15	a	I	Abundante
T26: Puka Suytu	24.98	b		
T1: Runtus	24.92	b		
T24: Peruanita	24.21	c		
T11: Gaspar	24.14	c		
T19: Sangre de Toro	23.40	d	II	
T16: Gaspar Uqi	23.35	d		
T23: Tumbay	23.28	d e		
T14: Wachwa Ñawin	23.18	e		
T2: Wamantanga	22.52	f		Intermedia
T17: Llumchuy Waqachi	22.51	f		
T15: Yana Allqu.	22.29	g	III	
T8: Yana Allqa	22.11	h		
T4: Yuraq Sisa	22.09	h		
T7: Maqta Uru	21.79	i		
T21: Tukupa Rinrin	21.61	j		
T18: Pumapa Makin	21.60	j		
T25: Tarmeña	20.89	k	IV	
T5: Wayro	20.57	l		
T22: Maki	20.16	m		
T9: Yana Ribusa	19.91	n		
T20: Ancy Waqra	18.85	o	V	
T12: Betarraga	18.21	p		
T6: Sisi	18.15	p		Poco
T10: Llumchuy Waqachi				
Puka	17.14		q	
T13: Llumchuy Waqachi			VI	
Alqa	16.50		q	

En la Tabla 3.12 se presenta la comparación de medias según la prueba de Duncan para la materia seca de los tubérculos. Se observa que la accesión *Tueros* tiene mayor cantidad de materia seca, con 27.15%; este resultado es distinta estadísticamente respecto a las demás accesiones (letra "a"). Por otro lado, *Llumchuy Waqachi* Alqa presentó la menor cantidad de materia seca, 16.50%. Los porcentajes de materia seca demuestra que a mayor cantidad las papas son más arenosas; mientras, a menor MS, las accesiones tienen mayor cantidad de agua y menos arenosa. Se identificaron seis subgrupos según la distribución de frecuencias mostrada en la Figura 3.3, los cuales fueron agrupados en los fenotipos: abundante, intermedio y pocos.

3.3. Características morfológicas

3.3.1. Datos de pasaporte

Los datos de colección fueron registrados durante el proceso de recolección. Para la codificación de las colecciones, se utilizaron las tres primeras letras del primer nombre del colector (JHONATAN = JHO), seguidas por números de tres dígitos en orden ascendente (001, 002, ..., 026). El nombre vernáculo corresponde al nombre con el que los agricultores de la zona (Socos) reconocen cada accesión. La fecha de colección se registró en formato día/mes/año (por ejemplo, 05/09/23 se codifica como 050923), formando una cadena de seis dígitos, donde los dos primeros corresponden al día, los dos siguientes al mes y los dos últimos al año. La procedencia de las accesiones hace referencia al área geográfica donde se cultivan, mientras que el material viviente colectado corresponde al tipo de semilla recolectada y utilizada en la siembra (ver Anexo 6).

La asignación de los datos pasaporte de las accesiones de entrada se realizó en el Laboratorio de Tuberosas y Granos Andinos de la E.P. de Agronomía. Se consideraron los datos mínimos recomendados por el Registro Nacional de Papa Nativa Peruana (RNPNP) y el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

Para el número de entrada, se asignaron letras iniciales correspondientes a la institución responsable, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), seguidas por las letras del Laboratorio de Tuberosos y Granos Andinos (LTGA). Los números arábigos que siguen representan el código del país (Perú = 604) según la norma ISO 3166-1 y el código de la región (05). A continuación, se incluyen las letras (SPP), que representan el nombre científico de la especie, seguidas por el número de colección (del 001 al 026) y el año en que se trabajó con dicho germoplasma (2024). El resultado final de la asignación quedó de la siguiente

manera: UNSCH + LTGA + 604 + 05 + SPP + 001 + 24 = **UNSCHLTGA60405SPP001-24**
(dato de entrada correspondiente a la accesión número 01).

En el caso de la papa, según los reportes más aceptados, existen ocho especies cultivadas. En este estudio no se ha identificado con precisión a cuál de ellas pertenecen las accesiones analizadas, por lo que se les ha asignado como *Solanum spp.*, indicando que se trata de especies no identificadas dentro del género *Solanum*. La fecha de la última multiplicación está expresada en seis dígitos que corresponden al día, mes y año de la última cosecha. El nombre del donante corresponde al productor que cultiva las accesiones, y el número del donante se asignó en orden correlativo (ver Anexo 7).

3.4. Distribución de caracteres cualitativas

Tabla 3.13

Distribución porcentual de características de hábito de crecimiento, color de tallos y forma de alas de tallos.

Hábito de crecimiento	Cant.	%	Color de los tallos	Cant.	%	Forma de alas de tallos	Cant.	%
1 Erecto	2	7.69	1 Verde	9	34.62	0 Ausencia	3	11.54
2 Semi-erecto	14	53.85	2 Verde con pocas manchas	7	26.92	1 Recto	14	53.85
3 Decumbente	10	38.46	3 Pigmento con muchas manchas	5	19.23	2 Ondulado	6	23.08
4 Postrado	0	0.00	4 Pigmento con abundante verde	0	0.00	3 dentado	3	11.54
5 Semi-arrosetado	0	0.00	5 Pigmento con poco verde	1	3.85		26	100
6 Arrosetado	0	0.00	6 Rojizo	2	7.69			
	26	100	7 Morado	2	7.69			
				26	100			

- a. Hábito de crecimiento:** En la Tabla 3.13 se muestran las cantidades porcentuales de los caracteres cualitativos para las 26 accesiones de papa nativa. En cuanto al hábito de crecimiento, la mayor proporción correspondió a accesiones con hábito Semi-erecto (53.85%), seguido por el hábito decumbente con un 38.46% de accesiones.
- b. Color de los tallos:** Se encontró en mayor proporción en el 34.62% de las accesiones con color de tallo verde, seguido por el color verde con pocas manchas, presente en el 26.92% de las accesiones (Tabla 3.13).
- c. Forma de alas de los tallos:** El 53.85 % de las accesiones presentó forma de alas rectas, seguido por alas onduladas en el 23,08 % de las accesiones (Tabla 3.13).

Tabla 3.14*Distribución porcentual de características de forma de la hoja.*

Morfología y Formas de distribución de la hoja											
Tipo de disección	Numero de foliolos laterales				Numero inter-hojuelas entre foliolos laterales		Numero inter-hojuelas sobre peciolulos				
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	
1 Entera	0	0	0 Ausente	0	0.00	0 Ausente	0	0.00	0 Ausente	10	38.46
2 Lobulada	0	0	1 Par	0	0.00	1 Par	4	15.38	1 Par	12	46.15
3 Disectada	<u>26</u>	<u>100</u>	2 Pares	0	0.00	2 Pares	10	38.46	2 Pares	1	3.85
			3 Pares	3	11.54	3 Pares	0	0.00	3 Pares	2	7.69
			4 Pares	13	50.00	4 O más pares	12	46.15	4 O más pares	1	3.85
			5 Pares	8	30.77		<u>26</u>	<u>100</u>		<u>26</u>	<u>100</u>
			6 Pares	1	3.85						
			7 O más pares	1	3.85						
				<u>26</u>	<u>100</u>						

- d. Tipo de disección:** El 100% de las accesiones presentaron hojas disectadas (Tabla 3.14).
- e. Número de folios laterales:** En mayor proporción, el 50% de las accesiones presentaron folios de 4 pares, seguido por 5 pares en 30.77 accesiones de papa nativa (Tabla 3.14).
- f. Número inter-hojuelas entre foliolos laterales:** En mayor proporción, se encontró foliolos lateros de 4 pares, en 46.15% de las accesiones de papa nativa, seguido por foliolos de dos pares, en 38.46% de accesiones (Tabla 3.14).
- g. Número de interhojuelas sobre peciolulos:** En mayor proporción, se encontró 1 par de inter-hojuelas sobre peciolulos, en 46.15% de las accesiones de papa nativa, seguido por ausencia de este carácter, en 38.46% de accesiones (Tabla 3.14).

Tabla 3.15

Distribución porcentual de características de grado de floración, forma de la corola y color de cáliz.

GRADO DE FLORACIÓN			FORMA DE LA COROLA			COLOR DE CÁLIZ		
Cant.	%		Cant.	%		Cant.	%	
0 Sin botones	0	0.00	1 Estrellada	1	3.85	1 Verde	6	23.08
1 Aborto de botones	1	3.85	3 Semi-estrellada	9	34.62	2 Verde con pocas manchas	5	19.23
3 Floración escasa	3	11.54	5 Pentagonal	6	23.08	3 Verde con abundante manchas	7	26.92
5 Floración moderada	17	65.38	7 Rotada	10	38.46	4 Pigmentado con abundante verde	2	7.69
7 Floración profusa	5	19.23	9 Muy rotada	0	0.00	5 Pigmentado con poco verde	4	15.38
SD (sin dato)	0	0.00	SD (sin dato)	0	0.00	6 Rojizo	0	0.00
	26	100.0		26	100.0	7 Morado	2	7.69
							0	0.00
							26	100.0

- a. Grado de floración:** Se encontró en mayor proporción las accesiones con grado de floración moderada, en 65.38%; seguido por 19.23% de accesiones con grado de floración profusa (Tabla 3.15).
- b. Forma de la corola:** se encontró en mayor proporción con forma de corola rotada, en 38.46%; seguido por corola semi-estrellada, 34.62% (Tabla 3.15).
- c. Color de cáliz:** Se encontró en 26.92% de accesiones con cáliz verde con abundantes machas; seguido por color de cáliz verde en 23.08% de accesiones (Tabla 3.15).

Tabla 3.16

Distribución porcentual de características de color de la flor de la papa nativa

COLOR DE LA FLOR DE LA PAPA											
Color predominante		Inten. De color predominante		Color secundario		Distrib. Del color secundario					
Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%		
1 Blanco	4	15.38	1 Pálido/claro	11	42.31	0 Ausente	8	30.77	0 Ausente	8	30.77
2 Rojo -rosado	2	7.69	2 Intermedio	8	30.77	1 Blanco	14	53.85	1 Acumen (blanco)-haz	0	0.00
3 Rojo-morado	0	0.00	3 Intenso/oscurο	7	26.92	2 Rojo-rosado	0	0.00	2 Acumen (blanco)-envés	6	23.08
4 celeste	0	0.00		26	100.0	3 Rojo-morado	2	7.69	3 Acumen (blanco)-ambos	2	7.69
5 Azul-morado	0	0.00				4 Celeste	0	0.00	4 En estrella	7	26.92
6 Lila	4	15.38				5 Azul-morado	0	0.00	5 Bandas en el haz	0	0.00
7 Morado	5	19.23				6 Lila	1	3.85	6 Bandas en el envés	1	3.85
8 Violeta	11	42.31				7 Morado	1	3.85	7 Bandas en ambas caras	2	7.69
SD (sin dato)	0	0.00				8 Violeta	0	0.00	8 Manchas salpicadas (*)	0	0.00
	26	100.0				9 Pocas manchas o puntos	0	0.00	9 Pocas manchas o puntos	0	0.00
						SD (sin dato)	0	0.00	SD (sin dato)	0	0.00
							26	100.0		26	100.0

- a. Color predominante:** El 42.31% de las accesiones presentaron color predominante de la flor violeta, seguido por coloración morado, en 19.23% de accesiones de papa nativa

(Tabla 3.16 y Figura 3.4)).

- b. Intensidad de color dominante:** el 42.31% de las accesiones presentaron intensidad pálida/claro, seguido intensidad intermedia en 30.77% de accesiones (Tabla 3.16).
- c. Distribución de color secundario:** En 30.77% de las accesiones presentaron distribución de color ausente, seguido por distribución en forma de estrella, 26.92% de accesiones (Tabla 3.16).

Figura 3.4

Distribución de frecuencias de color dominante de la flor de papa nativa.

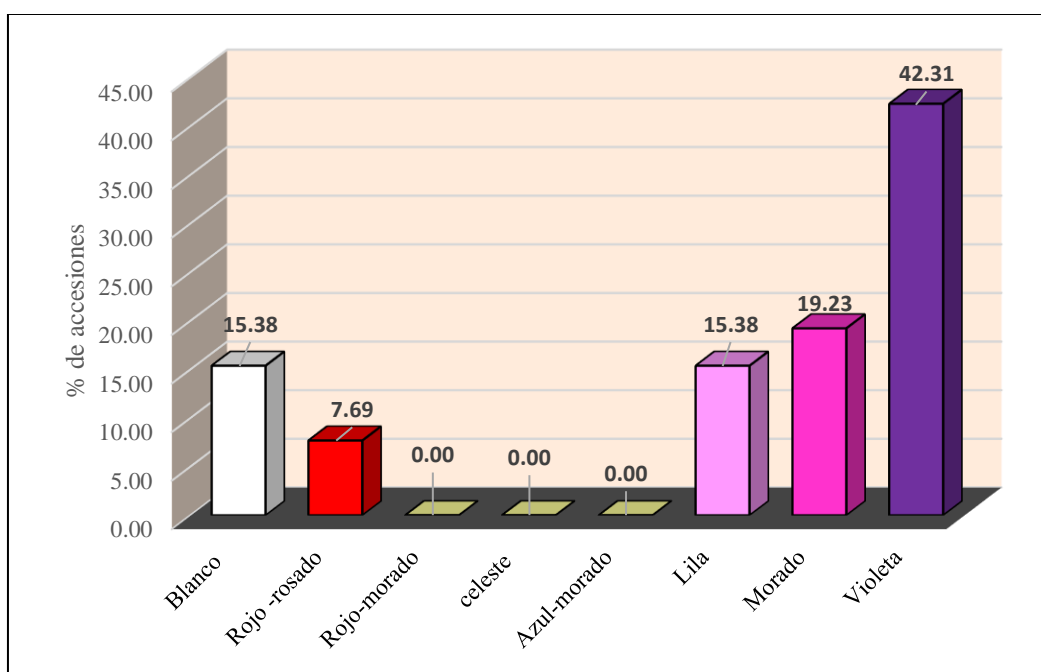


Tabla 3.17

Distribución porcentual de características de pigmentación de anteras y pistilo.

PIGMENTACIÓN EN ANTERAS			PIGMENTACIÓN EN PISTILO		
	Cant.	%		Cant.	%
0 Sin antocianinas	17	65.38	0 Sin antocianinas	19	73.08
1 Bandas laterales pigmentados (PAS)	2	7.69	1 Estigma pigmentado (PS)	3	11.54
2 Mancha pigmentada en el ápice (PAT)	4	15.38	2 Ovario pigmentado (PO)	3	11.54
3 Bandas y ápice pigmentadas (PAS+PAT)	3	11.54	3 Pigm. en pared interna del ovario (POW)	0	0.00
4 Anteras rojo-marrón	0	0.00	4 Pigmentación PS+PO	0	0.00
SD (sin dato)	0	0.00	5 Pigmentación PS+POW	0	0.00
	26	100.0	6 Pigmentación PO+POW	0	0.00
			7 Pigmentación PS+PO+POW	0	0.00
			8 Otro (estilo pigmentado)	1	3.85
			SD (sin dato)	0	0.00
				26	100.0

- a. Pigmentación en anteras:** El 65.38% de las accesiones presentaron pigmentación sin antocianinas, seguido por 15.38% con mancha pigmentada en el ápice (PAT) (Tabla 3.17).
- b. Pigmentación en pistilo:** el 73.08% de las accesiones presentaron pistilo sin antocianina, seguido por 11.54% con estigma pigmentado y ovario pigmentado (Tabla 3.17).

Tabla 3.18

Distribución porcentual de características del color de pedicelo y baya.

COLOR DE PEDICELO		Cant.	%	COLOR DE LA BAYA		Cant.	%
1 Verde		2	7.69	1 Verde		14	53.85
2 Solo articulación pigmentada		2	7.69	2 Verde con pocos puntos blancos		2	7.69
3 Ligeramente pigmentada a lo largo s/artic.		0	0.00	3 Verde con bandas blancas		8	30.77
4 Lig. Pig. A lo largo y en la articulación		7	26.92	4 Verde con abundantes puntos blancos		0	0.00
5 Pigmentación sobre la articulación		3	11.54	5 Verde con áreas pigmentadas		0	0.00
6 Pigmentación debajo de la articulación		2	7.69	6 Verde con bandas pigmentadas		0	0.00
7 Mayormente pigmentado y articulación verde		5	19.23	7 Predominantemente pigmentado		2	7.69
8 Completamente pigmentado		5	19.23	SD (sin dato)		0	0.00
SD (sin dato)		0	0.00			26	100.0
		26	100.0				

- a. Color de pedicelo:** El 26.92% de las accesiones presentaron pedicelo ligeramente pigmentada al largo y en la articulación, seguido por 19.23% que presentaron mayormente pigmentado y completamente pigmentado (Tabla 3.18).
- b. Color de la baya:** El 53.85% de las accesiones presentaron baya de color verde, seguido por 30.77% con color verde con bandas blancas (Tabla 3.18).

Tabla 3.19

Distribución porcentual de características de forma de la baya.

FORMA DE LA BAYA	Cant.	%
1 Globosa	14	53.85
2 Globosa con mucron terminal	2	7.69
3 Ovoide	8	30.77
4 Ovoide con mucron terminal	0	0.00
5 Cónica	0	0.00
6 Cónica alargada	0	0.00
7 Periforme	2	7.69
	0	0.00
	26	100.0

Forma de la baya: El 53.85% de las accesiones presentaron forma de baya globosa, seguido por ovoide en 30.77% (Tabla 3.19).

Tabla 3.20

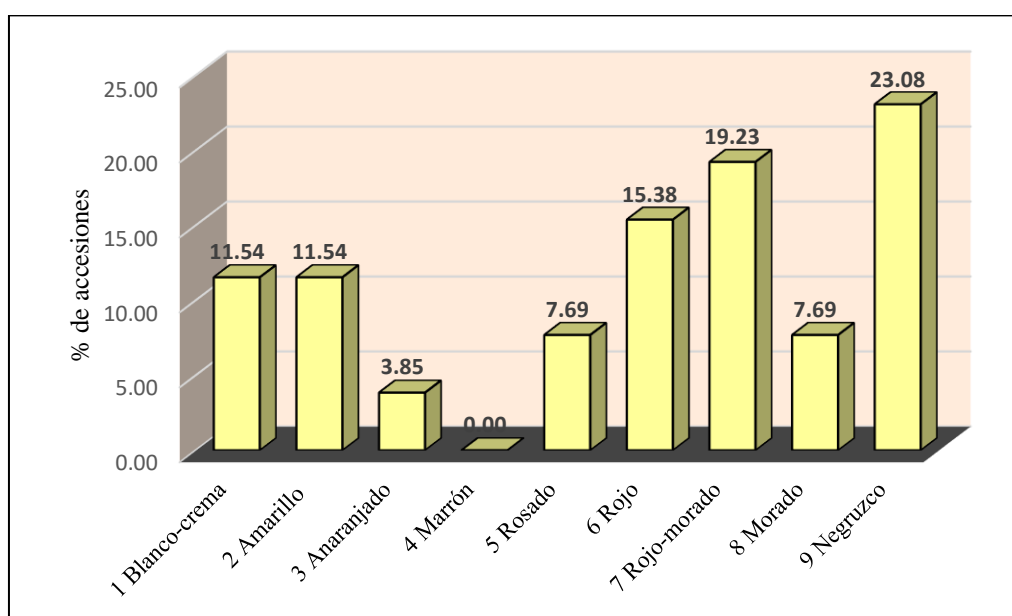
Distribución porcentual de características de color de la piel de tubérculo.

COLOR DE PIEL DE TUBERCULO											
Color predominante	Intensidad de color predominante		Color secundario		Distribución de color secundario						
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%			
1 Blanco-crema	3	11.54	1 Pálido/claro	3	11.54	0 Ausente	17	65.38	0 Ausente	17	65.38
2 Amarillo	3	11.54	2 Intermedio	12	46.15	1 Blanco-crema	3	11.54	1 En los ojos	1	3.85
3 Anaranjado	1	3.85	3 Intenso/oscurο	10	38.46	2 Amarillo	2	7.69	2 En las cejas	0	0.00
4 Marrón	0	0.00		25	96.2	3 Anaranjado	0	0.00	3 Alrededor de los ojos	0	0.00
5 Rosado	2	7.69				4 Marrón	0	0.00	4 Manchas dispersas	5	19.23
6 Rojo	4	15.38				5 Rosado	0	0.00	5 Como anteojos	3	11.54
7 Rojo-morado	5	19.23				6 Rojo	2	7.69	6 Manchas salpicadas	0	0.00
8 Morado	2	7.69				7 Rojo-morado	0	0.00	7 Pocas manchas	0	0.00
9 Negruzco	6	23.08				8 Morado	1	3.85		26	100.0
	26	100.0				9 Negruzco	1	3.85			
							26	100.0			

a. Color predominante: El 23.08% de las accesiones presentaron color predominante de negruzco, seguido por 19.23% que presentaron color rojo-morado (Tabla 3.20 y Figura 3.5).

Figura 3.5

Distribución de frecuencias de color dominante de la piel de tubérculo.



- b. Intensidad de color predominante:** el 46% de las accesiones presentaron intensidad intermedia, seguido por 38.46% que presentaron intenso/oscuero (Tabla 3.20).
- c. Color secundario:** El 65.38% y 11.54% de las accesiones presentaron color ausente y blanco/crema, respectivamente, en mayor proporción (Tabla 3.20).
- d. Distribución del color secundario:** El 65.38% de las accesiones no presentaron distribución secundaria de coloración; mientras, el 19.23% si presentaron manchas dispersas (Tabla 3.20).

Tabla 3.21

Distribución porcentual de características de la forma de tubérculo.

FORMA DE TUBÉRCULO								
Forma general	Variante de forma				Profundidad de ojos			
	Cant.	%			Cant.	%		
1 Comprimido	3	11.54	0 Ausente	9	34.62	1 Sobresaliente	0	0.00
2 Redondo	7	26.92	1 Aplanado	1	3.85	3 Superficial	5	19.23
3 Ovalado	1	3.85	2 Clavado	0	0.00	5 Medio	10	38.46
4 Obovado	0	0.00	3 Reniforme	1	3.85	7 Profundo	8	30.77
5 Elíptico	1	3.85	4 Fusiforme	2	7.69	9 Muy profundo	3	11.54
6 Oblongo	1	3.85	5 Falcado	2	7.69		26	100.0
7 Oblongo-alargado	9	34.62	6 Enroscado	0	0.00			
8 Alargado	4	15.38	7 Digitado	2	7.69			
	26	100.0	8 Concertinado	5	19.23			
			9 Tuberosado	4	15.38			
				26	100.0			

- a. Forma general:** En mayor proporción, se encontró el 34.62% de las accesiones con forma oblongo-alargado, seguido por forma redonda que presentaron el 26.92% de accesiones (Tabla 3.21).
- b. Variante de forma:** El 34.62% de las accesiones presentaron una variante ausente, seguido por variante concertinado que presentó el 19.23% de las accesiones (Tabla 3.21).
- c. Profundidad de ojos:** en mayor proporción, el 38.46% de las accesiones presentaron profundidad media, seguido por ojos profundos en 30.77% de las accesiones (Tabla 3.21).

Figura 3.6

Distribución de frecuencias de forma general del tubérculo.

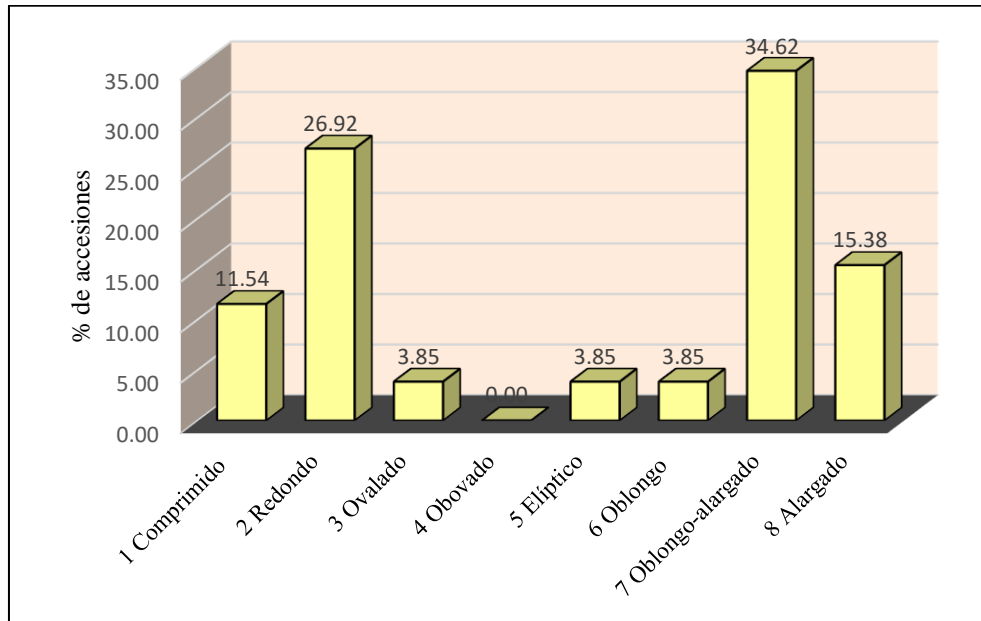


Tabla 3.22

Distribución porcentual de características de la piel de tubérculo.

COLOR DE LA PULPA DE TUBÉRCULO						
Color predominante	Color secundario		Distribución del color secundario			
	Cant.	%		Cant.	%	
1 Blanco	12	46.15	0 Ausente	16	61.54	0 Ausente
2 Crema	4	15.38	1 Blanco	1	3.85	1 Pocas manchas
3 Amarillo claro	3	11.54	2 Crema	1	3.85	2 Áreas
4 Amarillo	5	19.23	3 Amarillo claro	0	0.00	3 Anillo vascular angosto
5 Amarillo inmenso	1	3.85	4 Amarillo	0	0.00	4 Anillo vascular ancho
6 Rojo	1	3.85	5 Amarillo intenso	0	0.00	5 Anillo vascular y medula
7 Morado	0	0.00	6 Rojo	2	7.69	6 Todo menos medula
8 Violeta	0	0.00	7 Morado	6	23.08	7 Otro (salpicado)
	26	100.0	8 Violeta	0	0.00	
				26	100.0	

- a. **Color predominante:** En mayor proporción, el 46.15% de las accesiones presentaron color blanco, seguido por 19.23% que presentaron color amarillo (Tabla 3.22).
- b. **Color secundario:** En mayor proporción, el 61.54% de las accesiones presentaron ausencia de color secundario, seguido por 23.08% que presentaron color morado (Tabla 3.22).
- c. **Distribución del color secundario:** En mayor proporción, el 61.54% de las accesiones

presentaron ausencia de distribución del color secundario, seguido por 23.08% que presentaron pocas manchas (Tabla 3.22).

Figura 3.7

Distribución de frecuencias de color predominante de la pulpa del tubérculo

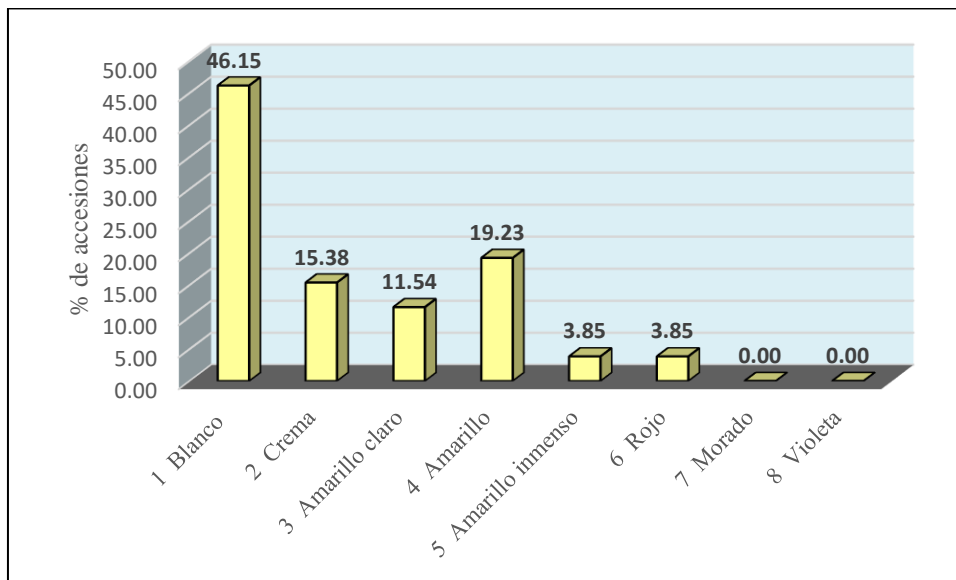


Tabla 3.23

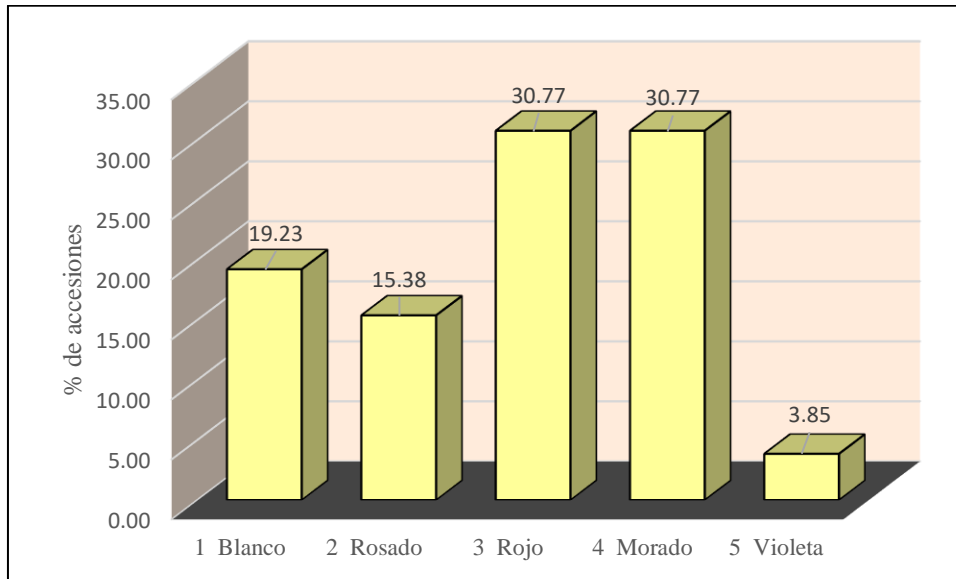
Distribución porcentual de características del brote de tubérculo de papa nativa.

COLOR DEL BROTE									
Color predominante	Color secundario		Distribución del color secundario						
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	
1 Blanco	5	19.23	0 Ausente	0	0.00	0 Ausente	0	0.00	
2 Rosado	4	15.38	1 Blanco	18	69.23	1 En la base	4	15.38	
3 Rojo	8	30.77	2 Rosado	5	19.23	2 En el ápice	11	42.31	
4 Morado	8	30.77	3 Rojo	0	0.00	3 Pocas machas a lo largo	3	11.54	
5 Violeta	1	3.85	4 Morado	2	7.69	4 Muchas manchas a lo largo	2	7.69	
	26	100.0	5 Violeta	1	3.85	5 En las yemas	6	23.08	
				26	100		26	100.0	

a. **Color predominante:** En mayor proporción, se encontraron en 30.77% de las accesiones con presencia de color predominante rojo y verde en el brote, seguido por 19.23% que presentaron color blanco (Tabla 3.23).

Figura 3.8

Distribución de frecuencias de color predominante del brote.



- b. Color secundario:** En mayor proporción, se encontraron en 69.23% de las accesiones con presencia de color secundario blanco en el brote, seguido por 19.23% que presentaron color rosado (Tabla 3.23).
- c. Distribución del color secundario:** En mayor proporción, se encontraron en 42.31% de las accesiones con presencia de color en el ápice, seguido por 23.08% que presentaron color en las yemas (Tabla 3.23).

3.5. Análisis de correspondencia (AC)

Figura 3.9

Análisis de correspondencia de las 26 accesiones de papa nativa, conducidos en Socos, 3500 msnm.



En la Figura 3.9 se muestra análisis de correspondencia de las accesiones de papa nativa en plano bidimensional, esta técnica nos permite explorar las relaciones entre las accesiones según las 32 características cualitativas evaluadas. El plano está dividido en cuatro cuadrantes, dentro de cada una están distribuidas cierto número de accesiones, es decir, estas tienen característica morfológica similar o parecido, por lo que se mantienen cercanía entre sí.

Al aplicar el análisis de correspondencia a las 26 accesiones de papa nativa, evaluadas con 32 características cualitativas, se pudo observar una diferenciación morfológica bastante clara entre los distintos grupos. Las dos primeras dimensiones del análisis, juntas representan casi el 30 % de la diversidad total observada, lo que nos da una idea del importante papel que juegan en la organización de esta variabilidad fenotípica. Algunas accesiones, como Llumchuy Waqachi, Maki y Yana Allqa, aparecen ubicadas en zonas muy distintas del gráfico, lo que indica que presentan rasgos morfológicos bastante particulares y distintas. En cambio, accesiones como Puca Suytu, Sisi y Wachwa Ñawin tienden a agruparse, lo cual refleja una mayor similitud entre sus características morfológicas.

También es posible reconocer grupos bien definidos que parecen reunir papas con características similares, como el color de la piel, la forma del tubérculo, el tipo de brote o la pigmentación interna. Un ejemplo interesante es el conjunto de accesiones que llevan el prefijo “Yana” (que significa “negro” en quechua), ubicado principalmente en el cuadrante inferior derecho. Esto sugiere que podrían compartir rasgos relacionados con tonalidades oscuras o una pigmentación intensa. Este tipo de análisis resulta muy útil para conservar, clasificar y seleccionar el germoplasma, facilitando así una gestión más eficaz de la diversidad genética de la papa nativa, ya sea en programas de mejoramiento o en iniciativas de valorización agroecológica.

A nivel de análisis de correspondencia, los resultados obtenidos en este trabajo de investigación son coherentes con los de Muñoz-Dipaz (2024), quien evaluó 61 accesiones de papa nativa y 3 variedades mejoradas, incluyendo un testigo de papa silvestre. Utilizando el mismo descriptor morfológico, Muñoz-Dipaz encontró una diversidad significativa en el germoplasma evaluado. Asimismo, Fuentes (2023), al aplicar descriptores morfológicos en solanáceas (*Solanum muricatum*), observó una diversidad entre las accesiones evaluadas en condiciones de Huamanga, concluyendo que los descriptores morfológicos son herramientas de gran utilidad e importancia. De manera similar, en trabajos relacionados con *Solanum muricatum*, Ramírez (2024) también identificó una diversidad morfológica utilizando descriptores a nivel morfológico, lo que refuerza la aceptación de este tipo de estudios.

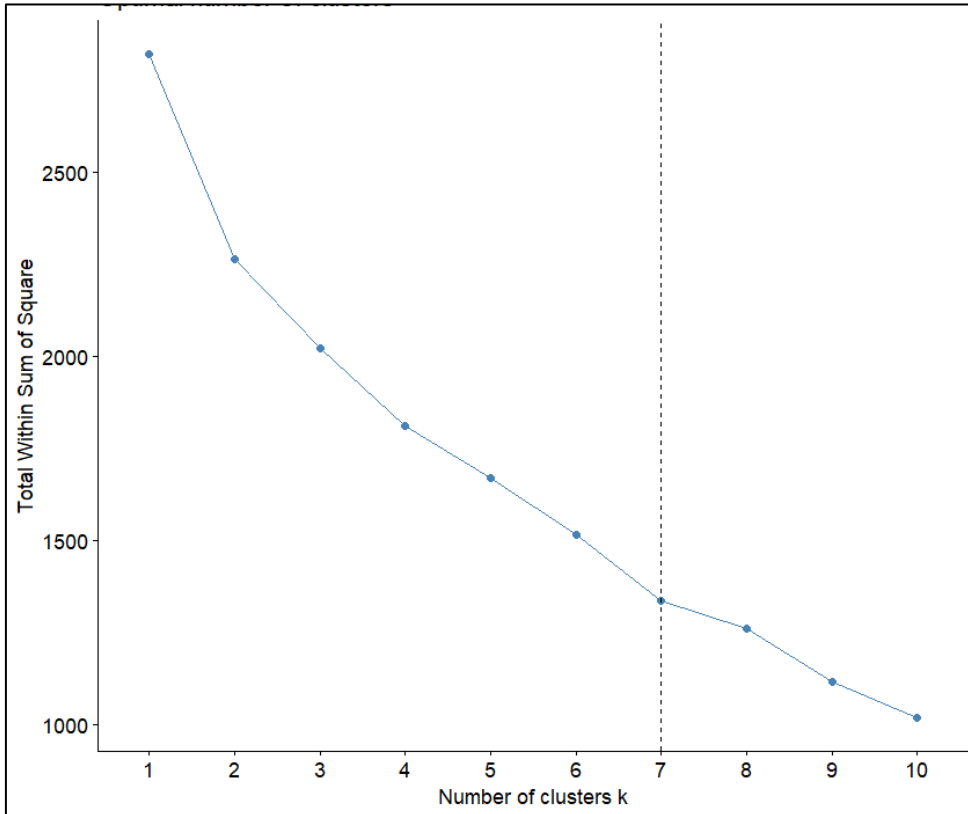
Empleando los mismos 32 descriptores morfológicos, Abad (2019) realizó un estudio de diversificación en papas silvestres, en el cual concluyó que fue posible diferenciar entre las distintas especies. No obstante, señaló que dichos descriptores no lograron adaptarse completamente a las características de algunas de ellas.

3.6. Análisis de componentes principales (ACP)

3.6.1. Análisis de agrupamiento clúster

Figura 3.10

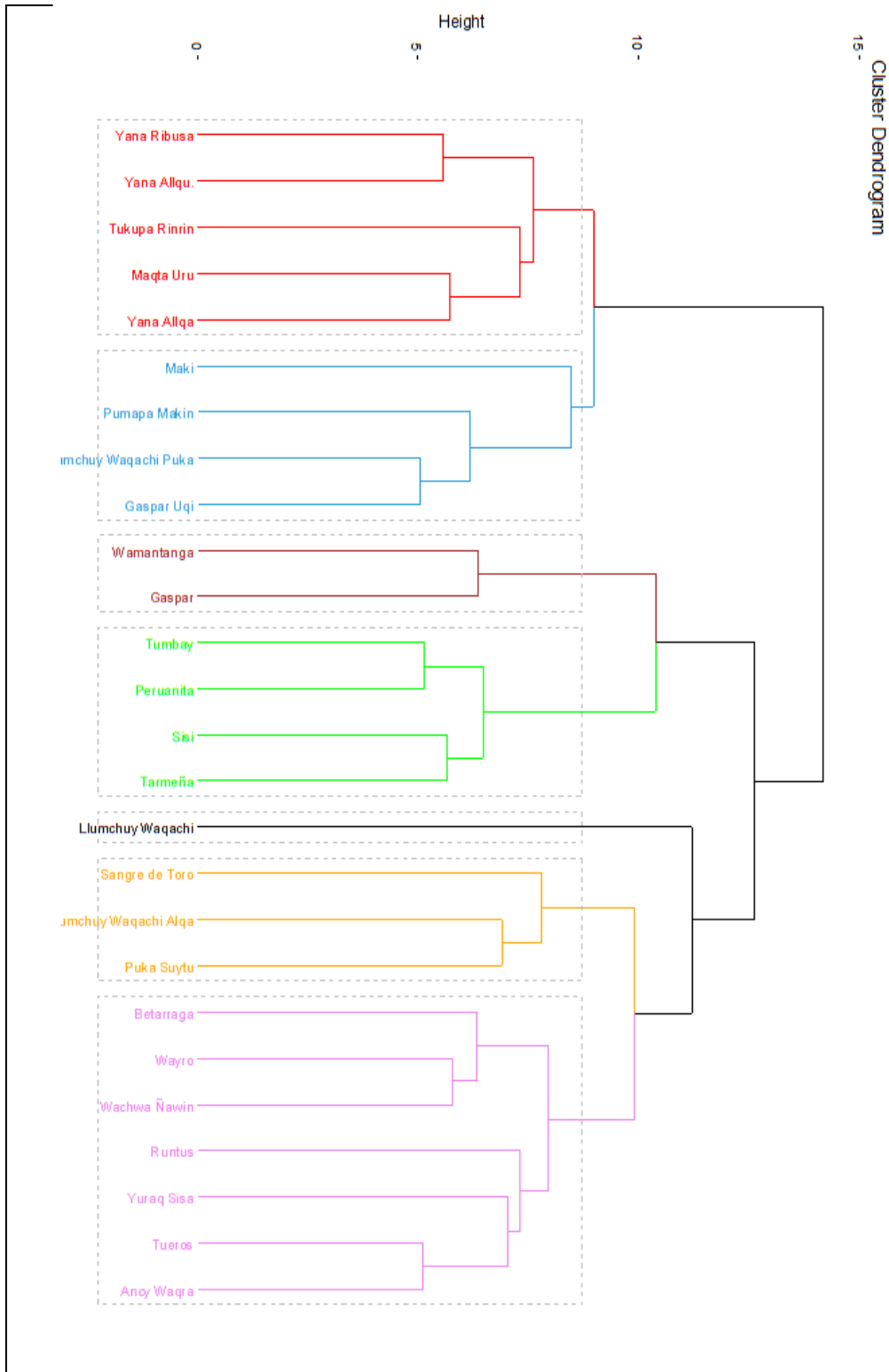
Método de codo para determinar número óptimo de agrupamiento clúster.



En la Figura 3.10 se muestra gráfico del método de codo, el cual se aplica para determinar el número óptimo de agrupamiento clúster, este método se fundamenta en tomar como valor de referencia en un punto donde exista mayor quiebre en forma de codo, al cual observamos en número 7 en este caso; por lo tanto, el número adecuado sería esta cantidad.

Figura 3.11

Agrupamiento clúster jerárquico con método Ward de las 26 accesiones de papa nativa, conducidos en Socos, 3500 msnm



En la Figura 3.11, a partir del análisis de 32 descriptores morfológicos cualitativos, se generó un dendrograma que permite visualizar cómo se relacionan entre sí 26 accesiones de papa nativa. Utilizando el método de Ward para el agrupamiento, se identifican 07 clústeres principales, lo que sugiere la presencia de subgrupos claramente definidos dentro del conjunto evaluado. Estos grupos comparten similitudes notables en características como la forma del tubérculo, el color de la piel y la pulpa, el tipo de brote y la presencia de pigmentación, entre otros atributos que juegan un papel clave en la clasificación morfológica tradicional de las papas.

Uno de los grupos más notorios reúne variedades como Yana Allqa, Yana Ribusa, Yana Uru y Yana Allqu. Todas ellas comparten el prefijo “Yana”, que en quechua significa “negro”, lo cual sugiere una clara relación con tonos oscuros, probablemente tanto en la piel como en la pulpa del tubérculo. Este agrupamiento indica que los descriptores morfológicos utilizados logran reflejar con bastante precisión las características visibles de estas variedades, en particular aquellas relacionadas con la pigmentación oscura, posiblemente atribuida a la presencia de antocianinas. Este tipo de pigmentación no solo tiene valor agronómico, sino también un potencial nutracéutico relevante (Figura 3.11).

Existen otros grupos de variedades que, aunque no comparten un nombre con raíces lingüísticas comunes, se parecen mucho en su forma. Es el caso de Yuraq Sisa, Sisi, y Tumbay, que, a pesar de tener nombres diferentes en el distrito Socos, muestran similitudes y forman un subgrupo en común. Esto demuestra que, más allá del nombre que reciben localmente, hay características físicas que los unen. Analizar estas similitudes no solo nos ayuda a entender mejor los vínculos entre ellas, sino que también se convierte en una herramienta valiosa para seleccionar variedades con potencial, ya sea para conservarlas o mejorarlas. Ver que algunas de estas papas se agrupan de manera consistente sugiere que podrían formar parte de linajes o tipos eco-morfológicos con un valor estratégico, sobre todo en iniciativas que buscan revalorizar la papa nativa, especialmente en contextos de agricultura familiar y agroecológica para nuestra región Ayacucho (Figura 3.11).

Una de las accesiones que más se defiende del resto de las accesiones es Llunchuy Waqachi, el cual tiene características muy particulares propias y típicas en esta accesión (Figura 3.11).

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación son congruentes con los reportes de Muñoz-Dipaz (2024), quien, al evaluar 64 accesiones de papa, logró conformar cuatro

subgrupos mediante análisis de agrupamiento tipo clúster. Asimismo, no reportó duplicidades entre las accesiones, y el descriptor morfológico empleado permitió discriminar claramente al testigo utilizado, lo que reafirma la eficiencia de los descriptores morfológicos en la caracterización del germoplasma. De manera similar, Misarayme (2016), utilizando 12 descriptores morfológicos, evidenció la diversidad existente entre las accesiones de papa nativa, incluso evaluando solo algunas características morfológicas. Por su parte, Taipe (2017), empleando los descriptores propuestos por Gómez (2004) en un estudio con 31 accesiones, logró formar cuatro subgrupos mediante agrupamiento clúster, demostrando una eficiente diferenciación del germoplasma evaluado.

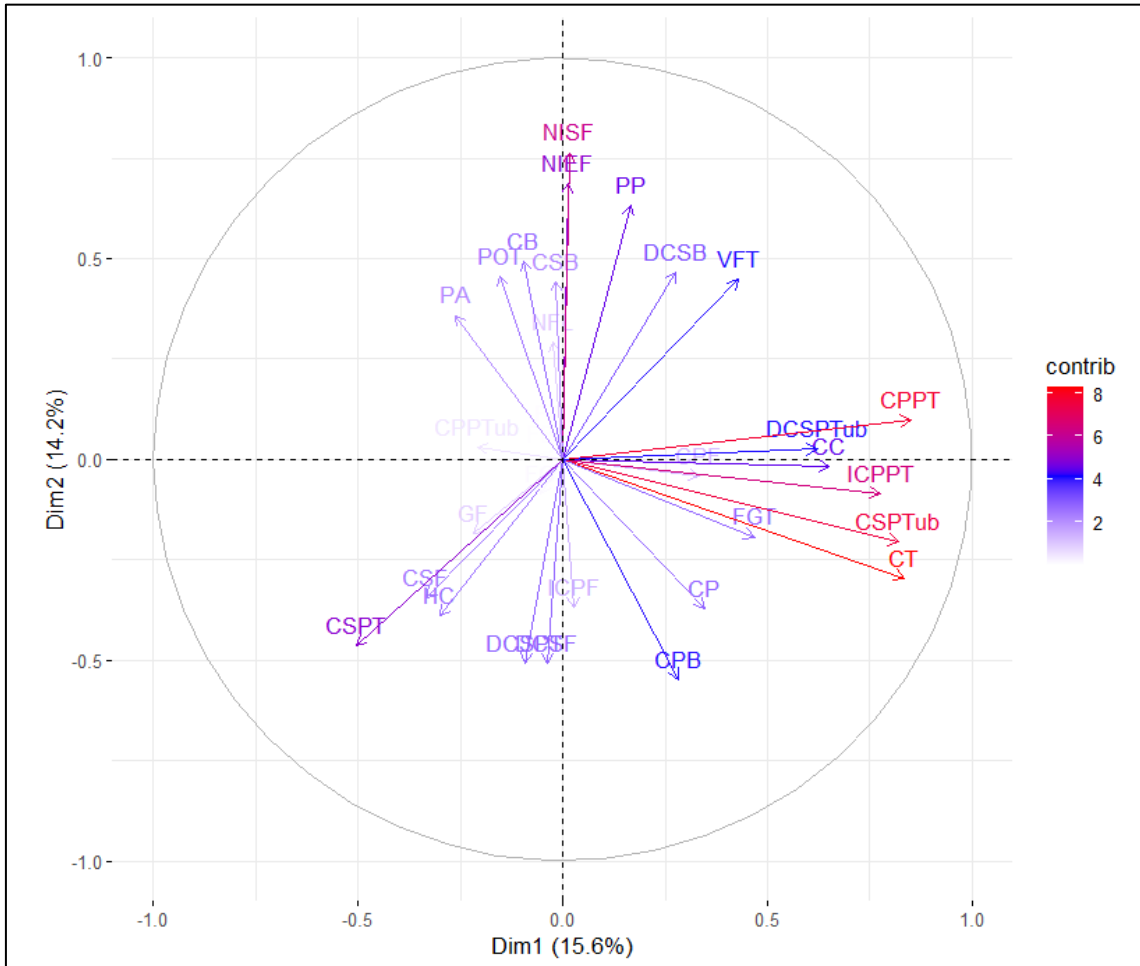
Del mismo modo, Jiménez (2022), evaluando 100 accesiones de papa nativa con los descriptores recomendados por el INIA y el CIP, consiguió una caracterización completa del germoplasma, sin encontrar duplicidades entre las accesiones, lo que evidencia nuevamente la capacidad de los descriptores morfológicos para discriminar eficazmente entre muestras. Finalmente, Torres (2018) también utilizó los mismos descriptores y construyó un agrupamiento clúster con 10 subgrupos. Mediante análisis de componentes principales, determinó que los caracteres asociados a los tubérculos fueron los que más aportaron a la variabilidad genética entre las accesiones evaluadas. Rodríguez-Rodríguez et al. (2013), en genotipos de papas, todos obtenidos de cruzamientos de progenitores diploides: *Solanum tuberosum* grupo *Phureja*, *Solanum stenotomun subsp. stenotomun*, *Solanum stenotomun subsp. goniocalyx* y *Solanum bukasovii*, a través de descriptores morfológicos logró formar 5 subgrupos principales; confirmando la importancia de su uso de este tipo trabajos similares.

Onamu et al. (2012), afirma que, los descriptores morfológicos, si bien puede identificar las diferencias entre accesiones, sin embargo, los factores ambientales influyen. Pérez (1997) también afirma que, cualquier diferencia entre individuos controlado por genes y observable al ojo humano, es decir, es cualquier medio que se utiliza para identificar a través de rasgos observables y estables; hoy comúnmente utilizado como descriptores morfológicos. Huamán (2008), menciona también que, los descriptores morfológicos tienen ciertas limitaciones, a pesar de ello, su importancia no deja de ser indispensable.

3.6.2. Aporte de los descriptores en la variabilidad

Figura 3.12

Nivel de contribución de los 32 descriptores en la variabilidad morfológica de las 26 accesiones de papa nativa.



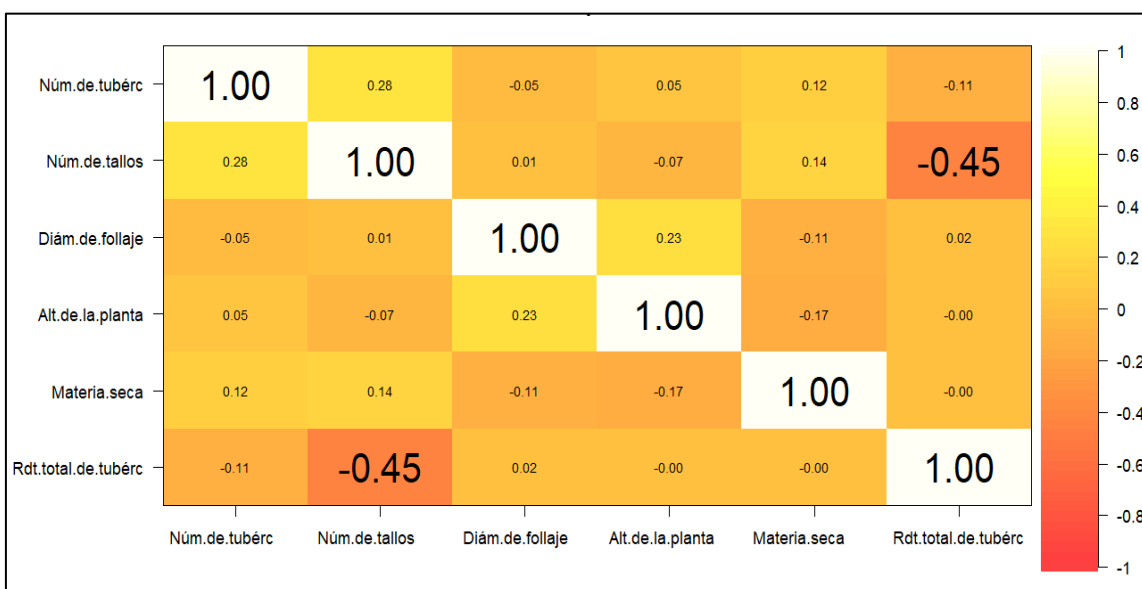
En la Figura 3.12 se muestra el grado de contribución de los 32 descriptores a la variabilidad morfológica de las accesiones de papa nativa. Los descriptores morfológicos color predominante de la piel del tubérculo (CPPT), color secundario de la pulpa del tubérculo (CSPTub), color de tallos (CT) e intensidad del color predominante de la piel del tubérculo (ICPPT) presentaron el mayor aporte a la variabilidad morfológica. En otras palabras, estas características varían notablemente entre las accesiones, mientras que otras, que tuvieron un aporte menor, son más similares entre ellas y, por lo tanto, contribuyen en menor medida a la variabilidad. El grado de variabilidad se evidencia claramente en la leyenda de la Figura 3.12. A diferencia de este trabajo, Muñoz-Dipaz (2024) menciona que, al evaluar 61 accesiones de papa nativa utilizando los mismos 32 descriptores morfológicos, la característica que más aportó en la variabilidad fue color secundario de la flor y color de la baya.

El segundo eje principal (Dim2) aporta una nueva perspectiva para diferenciar aún más las accesiones. Por ejemplo, variedades como Llunchuy Waqachi y Papa Runtus se sitúan en la parte superior del gráfico, influenciadas por ciertos descriptores como NISF (número de interhojuelas sobre peciolo), POT (profundidad de ojos de tubérculo) y CSB (color secundario del brote), que están relacionadas con estas características mencionadas (Figura 3.13).

3.7. Correlación de las variables cuantitativas

Tabla 3.24

Correlación de las variables cuantitativas



La matriz de correlación (Tabla 3.24) que se presenta nos ayuda a entender cómo se relacionan entre sí diferentes características agronómicas cuantitativas de papa nativa. En general, las relaciones que se observan entre las variables son bastante débiles, ya sean positivas o negativas.

Por ejemplo, el número de tubérculos tiene una ligera relación positiva con el número de tallos (0.28) y con la materia seca (0.12). Esto sugiere que, en cierta medida, más tallos podrían estar asociados con una mayor cantidad de tubérculos o un contenido un poco mayor de materia seca, pero estas asociaciones no son lo suficientemente fuertes como para sacar conclusiones firmes (Tabla 3.24).

Algo similar ocurre con otras variables, como el diámetro del follaje y la altura de la planta. Las correlaciones entre ellas, y también con las demás variables, son muy bajas. Esto indica que, al menos en este conjunto de datos, estas características no parecen tener un impacto

directo o claro sobre otras propiedades del cultivo (Tabla 3.24). A nivel de correlación Muñoz-Dipaz (2024) encontró correlación alta de 0.7** entre rendimiento y número de tubérculos de papas nativas, de esta manera evidenciando que, a mayor cantidad de número de tubérculos, los rendimientos tienden a incrementar.

CONCLUSIONES

1. Se logró evaluar las características agronómicas de las 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.) en Socos a 3500 msnm. No se encontraron accesiones precoces hasta la cosecha, pero sí se hallaron accesiones tardías, como Puka Suytu y Gaspar Uqi, con 160 días después de siembra (dds). Se observó significancia estadística en el rendimiento de tubérculos, destacando la papa Peruanita con el mayor número de tubérculos, 17.67 unidades. La accesión Tarmeña presentó rendimientos de 37.19, 19.26, 10.49 y 7.44 t ha⁻¹ en rendimiento total, primera, segunda y tercera categoría, respectivamente; estos rendimientos son altas para papa nativa, en lo que podría haber influido la aplicación de estiércol de ovino. En cuanto a la materia seca de los tubérculos, la accesión Tueros presentó un 27.15% de materia seca, lo que indica que es la más harinosa en comparación con las demás.
2. A nivel de análisis de correspondencia y componentes principales, se lograron formar 7 subgrupos en el agrupamiento clúster. Algunas accesiones, como Llumchuy Waqachi, Maki y Yana Allqa, presentaron rasgos morfológicos bastante particulares y diferentes. En cambio, accesiones como Puka Suytu, Sisi y Wächwa Ñawin tienden a agruparse, lo cual refleja una mayor similitud entre sus características morfológicas. En general, no se encontraron duplicados, y los descriptores lograron discriminar eficientemente las accesiones con características particulares, lo que refleja la confiabilidad de la caracterización morfológica.

RECOMENDACIONES

1. En las condiciones del distrito de Socos, cultivar la accesión Tarmeña por su alto rendimiento; mientras, por el alto contenido de materia seca y por ser harinoso cultivar la accesión Tueros.
2. Incluir las papas nativas de este trabajo de investigación en futuros proyectos de fitomejoramiento, dado que podría tener potencialidades agronómicas a nivel genético.
3. Seguir explorando la diversificación morfológica de la papa nativa utilizando el descriptor morfológico, debido a que es fácil de usar y de bajo costo. Además, es ampliamente empleado por instituciones como el INIA y en trabajos de investigación de tesis. Se recomienda también realizarlo preferentemente en etapa adulta (plena floración) de la planta, ya que es el momento en que se manifiestan plenamente todos sus rasgos.
4. Utilizar análisis de correspondencia y agrupamiento de clúster como herramienta para la conservación y selección de germoplasma, facilitando programas de mejoramiento o iniciativas de valorización agroecológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, G. F. (2019). *Caracterización morfológica y molecular de parientes silvestres de papa de Uruguay* [Universidad de la República Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/28597/1/uy24-19690.pdf>
- Bustillos, L. S., Rojas, A. P., Fernández, C. C., & Aparicio, P. (2018). Identification of native potato varieties (*Solanum* sp.) produced in three communities of the municipality of Tiahuanaco. *SciELO*, 5, 117–124. http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5n2/v5n2_a13.pdf
- Chávez Alfaro, R. (1995). Por los caminos evolutivos de la Papa Silvestre y Cultivada. *Ciencia & Desarrollo*, 1, 86–91. <https://doi.org/10.33326/26176033.1995.1.25>
- Chávez Alfaro, R. (2006). Sobre el Origen, Evolución y Diversidad Genética de la Papa Cultivada y la Silvestre. *Ciencia & Desarrollo*, 12, 129–139. <https://doi.org/10.33326/26176033.2008.12.266>
- De La Cruz, C., & Arone, A. (2021). *Efecto del estiércol de ovino y abono verde en suelos agrícolas para el cultivo de papa Yungay (Solanum tuberosum) en el distrito de Soras -Ayacucho, Perú*. 1–28. http://200.121.226.32:8080/bitstream/handle/20.500.12840/4558/Cristina_Tesis_Licenciatura_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Delgado-Azofeifa, A. (2006). Uso de Marcadores Moleculares en Plantas; Aplicaciones en Frutales del Trópico. *Agronomía Meso Americana*, 17(2), 221–246. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/5163>
- Egúsqüiza, R. B. (2000). *La Papa: Producción, Transformación y Comercialización*.
- Estrada, N. R. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa*. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AcB7_VJolocC&oi=fnd&pg=PA13&dq=La+biodiversidad+en+el+mejoramiento+genetico+de+la+papa&ots=rqqYHqYsDs&sig=QHI2qxAjDsGGw4oTB3CaQrdbi_s#v=onepage&q=La+biodiversidad+en+el+mejoramiento+genetico+de+la+papa&f=false
- Fernández, R., Lizana, C., & Behn, A. (2022). Biodiversidad, conservación y mejoramiento del

- cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) con énfasis en el grupo Chilotanum. *Agro Sur*, 50(2), 1–11. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2022.v50n2-01>
- Gutiérrez, F. J. (2023). Caracterización agro morfológica y protocolo pre-molecular del germoplasma de pepino dulce (*Solanum muricatum*), Huamanga 2750 msnm., Ayacucho-2022. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/db25516b-8e81-4667-b09c-f5d122424b8c>
- Gabriel, J., Veramendi, S., Pinto, L., Pariente, L., & Angulo, A. (2016). Asociaciones de marcadores moleculares con la resistencia a enfermedades, caracteres morfológicos y agronómicos en familias diploides de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1), 17–32. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.57712>
- Gil-Rivero, A. E., López-Medina, E., Mostacero-León, J., De, A. J., & Cruz-Castillo, L. (2019). Papas nativas con potencial antioxidante, cultivadas en el norte del Perú [Native potatoes with antioxidant potential, grown in northern Peru]. *Aromáticas*, 18(3), 289–324. <https://doi.org/10.37360/blacpma.19.18.3.19>
- Gómez, R. (2004). Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas. Introducción. *Centro Internacional de La Papa (CIP)*, 1(December), 28. <https://www.researchgate.net/publication/267991711>
- Horton, D., & Samanamud, K. (2017). La revolución de la papa nativa en Perú. *Centro Internacional de La Papa (CIP)*, 6. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/98906>
- Huaman, Z. (2008). *Discriptores morfológicos de la papa (solanum tuberosum L.)* (CCBAT (ed.)). Producciones Gráficas s.l. <https://ccbat.es/documentos/descriptores.pdf>
- Inostroza, J. F., Méndez, P. L., & Sotomayor, L. T. (2016). Botánica y morfología de la papa. *INIA Carillanca*, 1, 7–13. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476.pdf?sequence=6&isAllowed=y#:~:text=La papa es una planta,de crecimiento arrosetado o semiarrosetado.>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (1984). *Manual del cultivo de la papa*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/807/4/iniapscm5.pdf>

- Jiménez, c. A. (2022). *Caracterización morfológica y evaluación agronómica de cien entradas de papa nativa (Solanum sp.) en condiciones de Centro Agronómico K'ayra, Cusco* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://200.48.82.27/bitstream/handle/20.500.12918/6660/253T20220201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luna Murillo, R., Bejarano Albornoz, A., Espinoza Coronel, A., Ulloa Méndez, C., Espinosa Cunuay, K., & Trávez Trávez, R. (2016). Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L.) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Ciencia y Tecnología*, 9(1), 11. <https://doi.org/10.18779/cyt.v9i1.205>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riegos (2017). Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. In *Boletín* (p. 13). <https://www.midagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017?download=11225:boletin-de-produccion-nacional-de-papa>
- Ministerio de Ambiente. (2019). *Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad* (MINAM (ed.); Primera ed. Servicios Gráficos Rosales. www.minam.gob.pe
- Ministerio de Ambiente, & Ministerio de Agricultura. (2014). *Protocolo de observaciones fenológica maíz, papa, quinua, alcachofa by Suelos sanos, vida sana - Issuu*. Web. https://issuu.com/agroaldia/docs/protocolo_de_obs.fenol_gica_ma_z_
- Misarayme, F. C. (2016). Evaluación morfológica y rendimiento de diez accesiones de papa nativa (*Solanum spp*), a 4300 m.s.n.m. Vinchos – Ayacucho – 2016 [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. In *Repositorio UNSCH* (Vol. 1). <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3091>
- Muñoz-Dipaz, R. E. (2024). Caracterización y selección molecular de accesiones de Papas Nativas (*Solanum spp.*) con genes para resistencia a *Phytophthora infestans*, La Mar, Ayacucho, 2022. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/9db5ec87-3e20-49e9-b743-e24b55bb4a7d>
- Onamu, R., Legaria-solano, P., Sahagún-Castellanos, J., Rodríguez-de la-O, J., & Pérez-nieto, J. (2015). Diversidad genética entre variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.)

- cultivadas en México. *Rev. Fitotecnia México*, 38(1), 7–15.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n1/v38n1a3.pdf>
- Onamu, R., Solano, J. P. L., Castellanos, J. S., Rodríguez de la, O., & Nieto, J. P. (2012). Análisis de marcadores morfológicos y moleculares en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(4), 267–277.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v35n4/v35n4a3.pdf>
- Peñaloza, J. M., Reyes, A. R., Gonzales, A. H., Pérez, D. L., & Sangerman-Jarquín, D. (2019). Organic fertilization with three levels of chicken manure in four potato cultivars. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 10(5), 1139–1149.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n5/2007-0934-remexca-10-05-1139-en.pdf>
- Pérez, M. (1997). Marcadores moleculares, variabilidad genética y evolución. *Simposio Científico En Biología Celular y Molecular*, 247–266.
- Ponce, R. A. (2013). Caracterización molecular de las variedades de papas cultivadas (*Solanum* spp.) más importantes del Perú mediante el uso de microsatélites [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. In *Medicina*.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3429/Ponce_ar.pdf?sequence=1
- Quiros, C. F., Brush, S. B., & Douches, D. S. (1990). Biochemical and Folk Assessment of Variability of Andean Cultivated Potatoes'. *Economic Botany*, 44(2), 254–266.
- Rodríguez Rodríguez, O. J., Rodríguez Molano, L. E., & Cotes Torres, J. M. (2013). Caracterización Morfo agronómica de Híbridos Provenientes del Cruzamiento entre Especies Diploides de Papa. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 9(1), 54.
<https://doi.org/10.18359/rfcb.363>
- Rojas, P. D. (2007). *Análisis de la diversidad genética de papas nativas (Solanum sec. Petota) de la comunidad de Chahuaytire, integrante del Parque de la Papa (Pisac-Cusco), y de las papas nativas repatriadas por el Centro Internacional de la Papa usando marcadores mic* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/125219/tesis7.pdf?sequence=1&isAll>
 o wed=y

- Ramírez, H. S. (2024). Caracterización agro-morfológica y estandarización del PCR en accesiones de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton.), Ayacucho 2023. [tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/c404bc7f-4d72-45d2-98ea-41608d10c7b3>
- Taípe, A. B. (2017). “Evaluación de la diversidad genética de papa nativa cultivada (*Solanum* sp) en la comunidad campesina de Paccho Molinos del distrito de Paucará de la provincia de Acobamba departamento de Huancavelica” [Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6ce8af7f-6817-4029-9b03-b273e1a40913/content>
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. In C. Rosell (Ed.), *Fao; ANPE-Perú* (primera ed). <https://www.fao.org/3/ai185s/ai185s.pdf>
- Tomás, P. A., Gottlieb, A. M., Schrauf, G. E., & Poggio, L. (2013). Utilización de marcadores morfológicos y moleculares AFLP en la identificación de germoplasma nativo y cultivado de *Elymus scabrifolius* (Poaceae). *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(2), 85–100. <http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v45n2/v45n2a07.pdf>
- Torres, R. A. (2018). *Evaluación de la diversidad genética de la papa nativa cultivada (solanum sp.) en la comunidad de Huayanay, distrito de Anta, Acobamba - Huancavelica*[Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ba52996b-d3a7-48ec-a9d9-69adc35830b9/content>
- Yasmin, S., Shahidul, M., Khondoker, N., & Samsul, A. (2006). Molecular Characterization of Potato Germplasm by Random Amplified Polymorphic DNA Markers. *Biotechnology*, 5, 27–31. <https://acortar.link/ApPwQW>

ANEXOS

Anexo I. Datos de campo de caracteres de precocidad de las 26 accesiones de papa nativa

Trt.	ENTRADA/ ACCESIONES	Días a la emergencia (dds)			Días a la floración (dds)			Días a la madurez de cosecha (dds)			Días al brotamiento		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	Runtus	25	25	25	128	128	128	180	180	180	18	18	18
T2	Wamantanga	33	33	33	93	93	93	185	185	185	18	18	18
T3	Tueros	31	31	31	105	105	105	178	178	178	20	20	20
T4	Yuraq Sisa	28	28	28	95	95	95	170	170	170	18	18	18
T5	Huayro	33	33	33	93	93	93	163	163	163	18	18	18
T6	Sisi	33	33	33	111	111	111	177	177	177	20	20	20
T7	Maqta Uru	31	31	31	128	128	128	168	168	168	17	17	17
T8	Yana Allqa	28	28	28	95	95	95	172	172	172	20	20	20
T9	Yana Ribusa	33	33	33	105	105	105	185	185	185	25	25	25
T10	Llunchuy Wajachi Rojo	35	35	35	123	123	123	172	172	172	25	25	25
T11	Gaspar	28	28	28	95	95	95	180	180	180	18	18	18
T12	Betarraga	33	33	33	95	95	95	180	180	180	18	18	18
T13	Llunchuy Waqachi Ayqa	31	31	31	128	128	128	168	168	168	17	17	17
T14	Wachwa Ñawin	28	28	28	93	93	93	177	177	177	25	25	25
T15	Yana Ayqu.	28	28	28	93	93	93	190	190	190	18	18	18
T16	Gaspar Uqi	38	38	38	105	105	105	160	160	160	22	22	22
T17	Llunchuy Waqachi	31	31	31	111	111	111	163	163	163	25	25	25
T18	Pumapa Maquin	33	33	33	128	128	128	170	170	170	18	18	18
T19	Sangre de Toro	33	33	33	101	101	101	165	165	165	22	22	22
T20	Ancy Huaqra	38	38	38	93	93	93	162	162	162	28	28	28
T21	Tukupá Rinrin	38	38	38	110	110	110	168	168	168	18	18	18
T22	Maqui	31	31	31	130	130	130	172	172	172	18	18	18
T23	Tumbay	38	38	38	127	127	127	166	166	166	22	22	22
T24	Peruanita	33	33	33	93	93	93	185	185	185	18	18	18
T25	Tarmeña	35	35	35	90	90	90	168	168	168	18	18	18
T26	Puca Suytu	35	35	35	128	128	128	160	160	160	30	30	30
Máximo		38	38	38	130	130	130	190	190	190	30	30	30
Mínimo		25	25	25	90	90	90	160	160	160	17	17	17
Promedio		32.3	32.3	32.3	107.5	107.5	107.5	172.5	172.5	172.5	20.5	20.5	20.5

Anexo 2. Datos de campo de los parámetros aéreos de la planta de papa nativa

TRAT	ENTRADA/ACCESIONES	N° de tallos aéreos (unidad)				Altura de la planta (cm)				Diámetro de follaje (cm)			
		I	II	III	Prom.	I	II	III	Prom.	I	II	III	Prom.
T1	Runtus	12.70	10.70	8.30	10.57	68.00	63.40	70.40	67.27	58.90	54.10	57.30	56.77
T2	Wamantanga	11.50	10.50	10.90	10.97	63.40	48.00	66.00	59.13	40.30	53.30	49.30	47.63
T3	Tueros	7.30	11.20	9.70	9.40	62.00	49.00	57.00	56.00	40.30	37.30	48.30	41.97
T4	Yuraq Sisa	7.83	7.50	8.80	8.04	73.10	73.70	69.50	72.10	54.30	46.30	48.30	49.63
T5	Huayro	10.20	9.00	9.20	9.47	64.20	62.60	63.40	63.40	45.50	55.50	48.30	49.77
T6	Sisi	10.20	10.10	8.90	9.73	61.00	46.30	59.50	55.60	58.90	42.30	38.30	46.50
T7	Maqta Uru	9.20	7.50	9.60	8.77	62.60	67.00	59.80	63.13	47.30	49.30	51.30	49.30
T8	Yana Allqa	9.50	9.20	9.10	9.27	66.00	73.00	69.50	69.50	48.30	52.30	54.30	51.63
T9	Yana Ribusa	8.50	8.50	9.50	8.83	63.00	91.40	82.30	78.90	53.30	55.30	58.30	55.63
T10	Llunchuy Wajachi Rojo	8.50	7.83	9.50	8.61	83.00	78.00	80.70	80.57	45.30	48.30	56.30	49.97
T11	Gaspar	9.20	8.00	10.00	9.07	62.00	69.00	70.00	67.00	40.70	40.30	41.30	40.77
T12	Betarraga	7.90	8.10	9.30	8.43	55.00	56.00	52.00	54.33	40.30	41.30	46.30	42.63
T13	Llunchuy Waqachi Ayqa	8.00	8.50	8.80	8.43	89.00	93.00	82.00	88.00	53.30	48.30	49.30	50.30
T14	Wachwa Ñawin	8.50	7.50	9.50	8.50	99.00	89.00	83.50	90.50	46.30	50.30	54.80	50.47
T15	Yana Ayqu.	8.50	8.20	8.40	8.37	65.00	75.00	62.00	67.33	55.30	46.30	48.30	49.97
T16	Gaspar Uqi	7.90	7.50	8.10	7.83	85.00	70.00	75.50	76.83	48.30	50.30	51.30	49.97
T17	Llunchuy Waqachi	8.20	7.90	8.10	8.07	69.00	65.00	62.00	65.33	50.30	51.30	58.30	53.30
T18	Pumapa Maquin	7.50	8.00	8.15	7.88	63.00	58.00	53.00	58.00	51.80	52.30	55.30	53.13
T19	Sangre de Toro	8.90	8.50	8.80	8.73	53.00	58.00	57.00	56.00	51.90	46.30	47.30	48.50
T20	Ancy Huaqra	7.70	7.40	7.90	7.67	55.00	62.00	63.50	60.17	47.30	48.30	53.80	49.80
T21	Tukupá Rinrin	7.50	7.50	8.30	7.77	52.00	55.00	56.00	54.33	49.20	41.20	41.80	44.07
T22	Maqui	8.20	8.20	7.70	8.03	54.30	52.00	55.00	53.77	44.30	57.30	60.30	53.97
T23	Tumbay	8.30	8.20	8.70	8.40	62.00	70.00	66.00	66.00	56.80	44.30	50.30	50.47
T24	Peruanita	10.60	8.46	9.00	9.35	52.00	55.00	58.00	55.00	41.30	48.80	45.80	45.30
T25	Tarmeña	7.70	5.90	8.60	7.40	56.00	48.00	51.70	51.90	51.90	43.30	40.30	45.17
T26	Puca Suytu	7.83	8.00	8.40	8.08	60.00	65.00	58.00	61.00	50.30	48.30	54.40	51.00

Anexo 3. Datos de campo de los rendimientos totales y por categorías de las 26 accesiones

Accesiones	Rendimiento por has(t/ha)			Rendimiento por categorías (t/ha)									N° DE TUBERCULOS			
				Primera			segunda			Tercera			I	II	III	promedio
	i	ii	iii	i	ii	iii	i	ii	iii	i	ii	iii				
Runtus	16.75	10.00	17.50	8.38	5.00	8.75	5.03	3.00	5.25	3.35	2.00	3.50	13	15	16	14.7
Wamantanga	7.50	13.75	15.00	3.75	6.88	7.50	2.25	4.13	4.50	1.50	2.75	3.00	16	13	17	15.3
Tueros	12.50	24.00	21.25	6.25	12.00	10.63	3.75	7.20	6.38	2.50	4.80	4.25	14	17	16	15.7
Yuraq Sisa	32.70	20.25	6.75	16.35	10.13	3.38	9.81	6.08	2.03	6.54	4.05	1.35	16	17	15	16.0
Huayro	15.50	43.75	13.50	7.75	21.88	6.75	4.65	13.13	4.05	3.10	8.75	2.70	15	16	18	16.3
Sisi	10.00	17.50	8.50	5.00	8.75	4.25	3.00	5.25	2.55	2.00	3.50	1.70	18	15	17	16.7
Maqta Uru	16.43	21.83	13.00	8.21	10.91	6.50	4.93	6.55	3.90	3.29	4.37	2.60	15	10	13	12.7
Yana Allqa	17.50	25.50	22.75	8.75	12.75	11.38	5.25	7.65	6.83	3.50	5.10	4.55	15	24	13	17.3
Yana Ribusa	34.13	36.63	26.00	17.06	18.31	13.00	10.24	10.99	7.80	6.83	7.33	5.20	13	21	15	16.3
Llunchuy Wajachi Rojo	17.50	30.00	17.25	8.75	15.00	8.63	5.25	9.00	5.18	3.50	6.00	3.45	16	12	13	13.7
Gaspar	20.00	17.50	15.00	10.00	8.75	7.50	6.00	5.25	4.50	4.00	3.50	3.00	14	13	9	12.0
Betarraga	30.00	27.50	18.75	15.00	13.75	9.38	9.00	8.25	5.63	6.00	5.50	3.75	13	11	10	11.3
Llunchuy Waqachi Ayqa	36.33	18.00	38.75	18.16	9.00	19.38	10.90	5.40	11.63	7.27	3.60	7.75	11	8	12	10.3
Wachwa Ñawin	22.50	17.50	16.50	11.25	8.75	8.25	6.75	5.25	4.95	4.50	3.50	3.30	16	17	14	15.7
Yana Ayqu.	23.25	15.00	27.50	11.63	7.50	13.75	6.98	4.50	8.25	4.65	3.00	5.50	12	16	14	14.0
Gaspar Uqi	35.70	36.55	16.25	17.85	18.28	8.13	10.71	10.97	4.88	7.14	7.31	3.25	12	9	11	10.7
Llunchuy Waqachi	37.78	39.00	18.50	18.89	19.50	9.25	11.33	11.70	5.55	7.56	7.80	3.70	13	10	9	10.7
Pumapa Maquin	16.25	12.50	25.00	8.13	6.25	12.50	4.88	3.75	7.50	3.25	2.50	5.00	14	8	11	11.0
Sangre de Toro	30.85	19.25	38.50	15.43	9.63	19.25	9.26	5.78	11.55	6.17	3.85	7.70	11	13	15	13.0
Ancy Huaqra	31.20	31.15	15.50	17.16	15.58	7.75	7.80	9.35	4.65	6.24	6.23	3.10	14	10	16	13.3
Tukupá Rinrin	24.25	50.38	29.75	13.34	25.19	14.88	6.06	15.11	8.93	4.85	10.08	5.95	12	15	14	13.7
Maqui	17.50	15.00	17.50	9.63	7.50	8.75	4.38	4.50	5.25	3.50	3.00	3.50	15	12	13	13.3
Tumbay	39.20	39.58	19.50	21.56	19.79	9.75	9.80	11.87	5.85	7.84	7.92	3.90	12	9	13	11.3
Peruanita	17.50	39.73	21.00	9.63	19.86	10.50	4.38	11.92	6.30	3.50	7.95	4.20	18	21	14	17.7
Tarmeña	40.00	45.58	26.00	22.00	22.79	13.00	10.00	13.67	7.80	8.00	9.12	5.20	15	12	13	13.3
Puca Suytu	33.05	33.38	25.75	18.18	16.69	12.88	8.26	10.01	7.73	6.61	6.68	5.15	13	12	14	13.0

Anexo 4. Datos de materia seca de los tubérculos de las 26 accesiones de papa nativa.

DETERMINACIÓN DE LA MATERIA SECA										
N°	ACCESIONES	Peso inicial (PI: g)			Peso final (PF: g)			%MS		
		i	ii	iii	i	ii	iii	i	ii	iii
T1	Runtus	122.27	110.043	104.5409	31.01	27.909	25.1181	25.36	25.36	24.03
T2	Wamantanga	271.16	244.044	231.8418	62.14	55.926	50.3334	22.92	22.92	21.71
T3	Tueros	196.99	177.291	168.4265	54.44	48.996	44.0964	27.64	27.64	26.18
T4	Yuraq Sisa	383.15	344.835	327.5933	86.16	77.544	69.7896	22.49	22.49	21.30
T5	Huayro	208.61	187.749	178.3616	43.68	39.312	35.3808	20.94	20.94	19.84
T6	Sisi	205.5	184.95	175.7025	37.95	34.155	30.7395	18.47	18.47	17.50
T7	Maqta Uru	214.36	192.924	183.2778	47.54	42.786	38.5074	22.18	22.18	21.01
T8	Yana Allqa	431.53	388.377	368.9582	97.1	87.39	78.651	22.50	22.50	21.32
T9	Yana Ribusa	203.38	183.042	173.8899	41.22	37.098	33.3882	20.27	20.27	19.20
T10	Llunchuy Wajachi Rojo	283.26	254.934	242.1873	49.43	44.487	40.0383	17.45	17.45	16.53
T11	Gaspar	265.82	239.238	227.2761	65.31	58.779	52.9011	24.57	24.57	23.28
T12	Betarraga	306.38	275.742	261.9549	56.8	51.12	46.008	18.54	18.54	17.56
T13	Llunchuy Waqachi Ayqa	276.84	249.156	236.6982	46.49	41.841	37.6569	16.79	16.79	15.91
T14	Wachwa Ñawin	270.49	243.441	231.269	63.82	57.438	51.6942	23.59	23.59	22.35
T15	Yana Ayqu.	366.03	329.427	312.9557	83.06	74.754	67.2786	22.69	22.69	21.50
T16	Gaspar Uqi	319.26	287.334	272.9673	75.9	68.31	61.479	23.77	23.77	22.52
T17	Llunchuy Waqachi	266.92	240.228	228.2166	61.14	55.026	49.5234	22.91	22.91	21.70
T18	Pumapa Maquin	305.1	274.59	260.8605	67.08	60.372	54.3348	21.99	21.99	20.83
T19	Sangre de Toro	200.25	180.225	171.2138	47.7	42.93	38.637	23.82	23.82	22.57
T20	Ancy Huaqra	298.36	268.524	255.0978	57.24	51.516	46.3644	19.18	19.18	18.18
T21	Tukupa Rinrin	207.17	186.453	177.1304	45.58	41.022	36.9198	22.00	22.00	20.84
T22	Maqui	258.33	232.497	220.8722	53.02	47.718	42.9462	20.52	20.52	19.44
T23	Tumbay	264.21	237.789	225.8996	62.61	56.349	50.7141	23.70	23.70	22.45
T24	Peruanita	240.39	216.351	205.5335	59.24	53.316	47.9844	24.64	24.64	23.35
T25	Tarmeña	315.03	283.527	269.3507	66.98	60.282	54.2538	21.26	21.26	20.14
T26	Puca Suytu	273.14	245.826	233.5347	69.45	62.505	56.2545	25.43	25.43	24.09

Anexo 5. Datos de caracterización morfológica de las 26 accesiones de papa nativa

TRATAMIENTO	ENTRADA/ VARIEDAD	HABITO DE CRECIMIENTO	FORMA DE HOJA					COLOR DE TALLOS	FORMA DE ALAS DE TALLOS	GRADO DE FLORACION	FORMA DE LA COROLA	COLOR DE LA FLOR					PIGMENTACION EN ANTERAS	PIGMENTACION EN PISTILO	COLOR DE CALIZ	COLOR DE PEDICELO	COLOR DE LA BAYA	FORMA DE LA BAYA	COLOR DE PIEL DE TUBERCULO				FORMA DE TUBERCULO			COLOR DE LA PULPA DE TUBERCULO			COLOR DEL BROTE										
			Tipo de diseccion	n° de foliolos laterales	n° interhojuelas entre foliolos	n° interhojuelos sobre peciolos	CT					FAT	GF	FC	CPF	ICPF							CSF	DCSF	PA	PP	CC	CP	CB	FB	Color predominante	Intensidad de color predominante	Color secundario	Distribucion del color secundario	Forma general	Variante de forma	Profundidad de ojos	Color predominante	Color secundario	Distribucion de color secundario	Color predominante	Color secundario	Distribucion de color secundario
			1	2	3	4	5					6	7	8	9	10							11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	Accesiones	HC	TD	NFL	NIEF	NISF	CT	FAT	GF	FC	CPF	ICPF	CSF	DCSF	PA	PP	CC	CP	CB	FB	CPPT	ICPPT	CSPT	DCSPT	FGT	VFT	POT	CPPTub	CSPTub	DCSPTub	CPB	CSB	DCSB										
T1	Runtus	2	3	5	4	3	1	0	7	3	1	3	0	0	2	0	1	4	1	1	3	2	0	0	3	8	5	3	0	0	1	2	5										
T2	Wamantanga	3	3	5	2	0	1	1	5	7	7	2	6	7	0	0	1	7	1	3	2	2	6	4	7	0	3	1	0	0	2	1	2										
T3	Tueros	2	3	5	4	1	1	1	1	5	8	1	1	3	3	0	3	4	1	1	6	2	0	0	7	8	5	1	0	0	3	1	2										
T4	Yuraq Sisa	2	3	4	4	1	1	3	3	3	1	1	1	0	0	2	0	1	1	1	5	2	0	0	2	4	9	1	0	0	2	1	2										
T5	Wayro	2	3	4	2	0	2	1	5	7	7	3	1	2	3	0	2	4	1	3	7	2	0	0	7	0	5	3	0	0	4	1	5										
T6	Sisi	3	3	3	2	1	1	2	7	5	2	1	0	0	0	1	1	7	5	1	6	2	0	0	7	3	7	5	0	0	3	2	1										
T7	Maqta Uru	2	3	4	4	0	6	1	5	3	6	2	1	4	0	1	3	8	1	3	7	3	1	5	8	5	2	1	0	0	2	1	2										
T8	Yana Alqa	2	3	4	2	0	7	1	5	3	8	2	1	4	0	1	7	8	1	1	9	5	1	5	8	8	3	1	7	2	4	1	5										
T9	Yana Ribusa	3	3	4	1	0	7	1	5	3	8	3	0	4	0	0	7	8	1	3	9	3	0	0	6	0	7	2	7	1	5	1	2										
T10	Llumchuy Waqachi Puka	2	3	4	2	1	3	3	5	7	8	1	0	0	0	0	5	4	1	2	6	3	0	0	2	9	9	1	6	1	2	1	2										
T11	Gaspar	2	3	5	2	0	2	3	5	7	8	3	7	4	0	0	3	6	1	1	1	1	9	4	2	9	7	1	0	0	1	4	2										
T12	Betarraga	1	3	4	4	1	2	2	5	5	8	1	0	0	3	0	3	4	5	1	7	3	0	0	7	8	7	6	1	1	3	1	5										
T13	Llumchuy Waqachi Alqa	3	3	5	4	1	1	1	5	3	8	1	1	6	2	0	2	4	2	7	1	1	0	0	1	0	7	1	0	0	4	1	4										
T14	Wachwa Ñawin	1	3	3	2	1	1	1	5	3	6	2	1	2	2	0	4	1	4	1	5	2	2	5	2	0	5	2	0	0	3	2	3										
T15	Yana Alqu	2	3	4	2	0	3	0	3	1	6	2	1	4	0	0	1	7	1	3	8	2	0	0	7	0	5	3	7	2	4	1	2										
T16	Gaspar Uqi	2	3	4	2	1	3	2	5	7	8	3	1	4	0	0	4	6	1	1	8	3	2	4	2	9	7	1	2	1	4	1	4										
T17	Llumchuy Waqachi	2	3	6	4	4	3	1	5	3	8	1	0	0	1	8	5	8	7	3	9	3	0	0	1	9	9	1	0	0	1	4	5										
T18	Pumapa Makin	2	3	3	1	0	6	2	5	7	1	1	0	0	0	0	2	7	1	1	9	3	0	0	7	7	5	2	7	1	4	1	2										
T19	Sangre de Toro	2	3	5	4	0	2	1	5	7	8	1	1	2	0	0	3	5	7	7	7	2	0	0	5	4	5	4	6	5	3	1	5										
T20	Ancy Waqra	3	3	5	4	1	1	1	5	5	6	1	1	2	1	0	3	4	3	2	1	2	0	0	8	5	3	1	0	0	1	2	3										
T21	Tukupá Rinrin	3	3	7	4	2	3	2	7	5	7	2	3	4	0	0	5	7	1	1	9	3	0	0	7	8	3	1	7	1	4	1	2										
T22	Maki	2	3	4	4	3	5	1	3	7	8	3	1	2	0	2	3	2	1	1	9	3	0	0	8	7	5	2	7	3	1	5	2										
T23	Tumbay	3	3	4	1	1	1	0	7	3	2	2	1	2	0	0	1	5	3	1	2	3	8	1	1	1	5	4	0	0	4	1	1										
T24	Peruanita	3	3	4	2	1	2	2	7	5	7	3	0	0	2	0	2	8	2	3	2	2	6	4	2	0	5	4	0	0	3	1	1										
T25	Tarmeña	3	3	4	1	0	2	1	5	7	7	1	1	3	0	0	2	2	1	1	7	2	1	4	2	0	7	4	0	0	3	2	1										
T26	Puka Suytu	3	3	5	4	1	2	1	5	7	1	2	3	7	0	2	5	5	7	3	6	1	0	0	7	0	7	4	0	0	3	1	3										


Anexo 6. Datos de colección de germoplasma de las 26 accesiones de papa nativa.

DATOS DE COLECCIÓN													
n° de colección	Nombre vernacular	Fecha de colección	Procedencia de colección de las accesiones							Fuente de colección	Status de la muestra	Mat. Viviente de	
			País	Región	Provincia	Distrito	comunidad	altitud	latitud				Longitud
JHO001	Runtus	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO002	Wamantanga	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO003	Tueros	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO004	Yuraq Sisa	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO005	Wayro	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO006	Sisi	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO007	Maqta Uru	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO008	Yana Allqa	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO009	Yana Ribusa	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO010	Llumchuy Waqachi Puka	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO011	Gaspar	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO012	Betarraga	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO013	Llumchuy Waqachi Alqa	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO014	Wachwa Nawin	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO015	Yana Allqu	050923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO016	Gaspar Uqi	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO017	Llumchuy Waqachi	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO018	Pumapa Makin	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO019	Sangre de Toro	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO020	Ancy Waqra	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO021	Tukupá Rinrin	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO022	Maki	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO023	Tumbay	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO024	Peruanita	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO025	Tarmeña	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo
JHO026	Puka Suytu	100923	PER	AYAC	Huamanga	Socos	Socos	3500	13°12'39"S	74°17'15"O	Almacen	Cult. Primitivo	Tuberculo

Anexo 7. Datos de entrada de germoplasma de las 26 accesiones de papa nativa.

N° DE ENTRADA	DATOS DE ENTRADA						
	N° DE ENTRADA	Nombre científico		Fecha de ultima modificacion	Nombre del donante	N° del donante	Tipo de mantencion
		Genero	Especie				
UNSCHLTGA60405SPP001-24	Runtus	Solanum	spp.	081223	Isidoro Misarayme Jose	1	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP002-24	Wamantanga	Solanum	spp.	081223	Isidoro Misarayme Jose	1	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP003-24	Tueros	Solanum	spp.	081223	Isidoro Misarayme Jose	1	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP004-24	Yuraq Sisa	Solanum	spp.	081223	Isidoro Misarayme Jose	1	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP005-24	Wayro	Solanum	spp.	081223	Isidoro Misarayme Jose	1	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP006-24	Sisi	Solanum	spp.	081223	Isidoro Misarayme Jose	1	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP007-24	Maqta Uru	Solanum	spp.	081223	Isidoro Misarayme Jose	1	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP008-24	Yana Allqa	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP009-24	Yana Ribusa	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP010-24	Llunchuy Waqachi Puka	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP011-24	Gaspar	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP012-24	Betarraga	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP013-24	Llumchuy Waqachi Alqa	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP014-24	Wachwa Ñawin	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP015-24	Yana Allqu	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP016-24	Gaspar Uqi	Solanum	spp.	081223	Roberto Quispe Jaulis	2	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP017-24	Llumchuy Waqachi	Solanum	spp.	081223	Domingo Palomino Quispe	3	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP018-24	Pumapa Makin	Solanum	spp.	081223	Domingo Palomino Quispe	3	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP019-24	Sangre de Toro	Solanum	spp.	081223	Domingo Palomino Quispe	3	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP020-24	Ancy Waqra	Solanum	spp.	081223	Domingo Palomino Quispe	3	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP021-24	Tukupá Rinrin	Solanum	spp.	081223	Domingo Palomino Quispe	3	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP022-24	MaKi	Solanum	spp.	081223	Domingo Palomino Quispe	3	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP023-24	Tumbay	Solanum	spp.	081223	Eliuterio Jaulis Conde	4	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP024-24	Peruanita	Solanum	spp.	081223	Eliuterio Jaulis Conde	4	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP025-24	Tarmeña	Solanum	spp.	081223	Eliuterio Jaulis Conde	4	Vegetativa
UNSCHLTGA60405SPP026-24	Puka Suytu	Solanum	spp.	081223	Eliuterio Jaulis Conde	4	Vegetativa

Anexo 8. Análisis de caracterización del suelo




UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
 Ayacucho – Perú
 “Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Región : Ayacucho HR: 00408
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Socos
 Localidad : Zanja Loma - 3300msnm
 Proyecto : “Trabajo de Investigación”
 Solicitante : Sr. Jhonatan A. Palomino Zavaleta

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O)	C. E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiables (Cmol(+)Kg)						C. I. C. (Cmol(+)Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	61.6	21.3	17.1	Fr-Ao	7.24	0.21	0.0	2.08	0.10	17.6	134.5	4.72	2.88	0.69	0.18	0.0	0.0	11.8

Ayacucho, 15 de Diciembre del 2023.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUA Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Anexo 9. Análisis de químico de estiércol de ovino



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
 Ayacucho – Perú
 “Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Región : Ayacucho HR. 0023
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Socos
 Localidad : Zanja Loma - 3300msnm
 Proyecto : “Trabajo de Investigación”
 Solicitante : Sr. Jhonatan A. Palomino Zavaleta
 Muestra : Estiércol de Ovino

ANALISIS FISICO – QUIMICO

Muestra	Humedad (%)	pH (1:2.5)	C.E.(1:1) mS/cm	M.O. (%)	Nitrógeno (%N-total)	Fósforo (% P ₂ O ₅)	Potasio (%K ₂ O)	Calcio (%CaO)	Magnesio (%MgO)	Azufre (%SO ²⁻ ₄)
01	19.4	9.12	11.9	42.8	1.58	0.21	0.14	2.80	1.68	0.16

Ayacucho, 15 de Diciembre del 2023.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUA Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120























































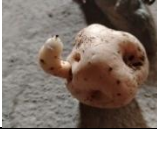
Anexo 10. Paneles fotográficos del proceso de elaboración de la tesis.





















Anexo II. Paneles fotográficos de los tallos, flores, tubérculos y brote

N°	Nombre	Tallos	Flores	Fruto	Tubérculo	Brote
1	Runtus					
2	Wamantanga					
3	Tueros					
4	Yuraq Sisa					
5	Wayro					
6	Sisi					
7	Maqta Uru					
8	Yana Allqa					
9	Yana Ribusa					
10	Llumchuy Waqachi Puka					
11	Gaspar					

12	Betarraga					
13	Llumchuy Waqachi Alqa					
14	Wachwa Ñawin					
15	Yana Allqu					
16	Gaspar Uqi					
17	Llumchuy Waqachi					
18	Pumapa Makin					
19	Sangre de Toro					
20	Ancy Waqra					
21	Tukupá Rinrin					
22	Maki					
23	Tumbay					

24	Peruanita					
25	Tarmeña					
26	Puka Suytu					

Anexo 12. Guía de caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas según (Gómez, 2004)

Secuencia para la caracterización o comparación morfológica:

Floración:

- I. Habito de crecimiento de la planta.
- II. Forma de la hoja.
- III. Color del tallo.
- IV. Forma de las alas tallo.
- V. Grado de floración.
- VI. Forma de la corola.
- VII. Color de la flor.
- VIII. Color del cáliz.
- IX. Color del pedicelo.

Fructificación:

- X. Color de baya.
- XI. Forma de la baya.

Tubérculos a la cosecha:

- XII. Color de piel del tubérculo.
- XIII. Forma del tubérculo.
- XIV. Color de carne de tubérculo.

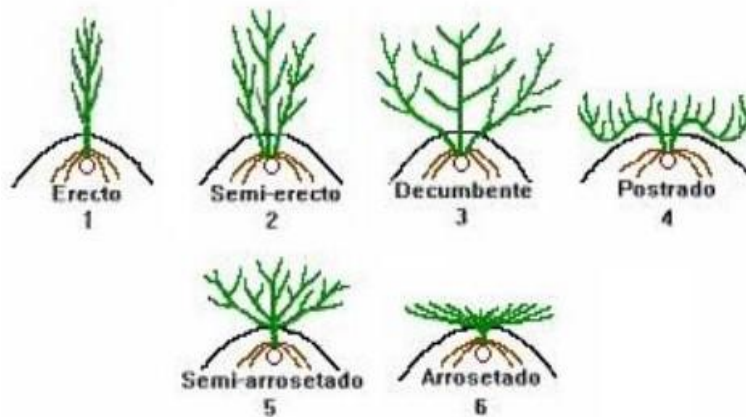
Brotamiento:

- XV. Color del brote.

Procedimientos específicos:

I. Hábito de crecimiento de la planta.

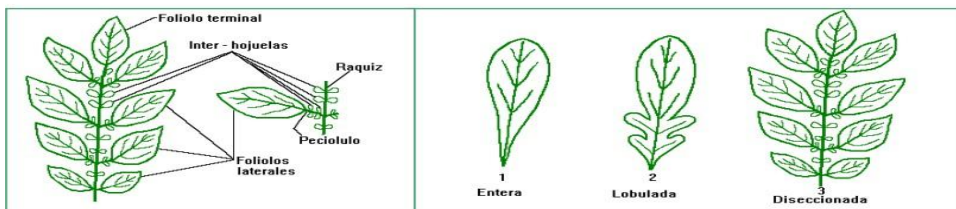
1. Erecto
2. Semi-erecto.
3. Decumbente
4. Postrado
5. Semi-arrosetado
6. Arrosetado



Esquema de hábitos de crecimiento de las plantas de papa.

II. Forma de la hoja (abcd) (ver esquema)

a TIPO DE DISECCION	b NUMERO FOLIOLOS LATERALES	c NUMERO INTER- HOJUELAS ENTRE FOLIOLOS LATERALES	d NUMERO INTERHOJUELAS SOBRE PECIOLULOS
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 o más pares	4 o más pares
	5 pares		
	6 pares		
	7 o más pares		



Esquema de las partes de las hojas compuestas de las plantas de papa y grado de disección

III. Color del 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
- } Domina verde
- } Domina pigmentado



Variación gradual de la pigmentación en el tallo de la papa.

IV. Forma de las alas del tallo.

- 0 Ausente
 - 1 Recto
 - 2 Ondulado
 - 3 Dentado
- } Ausencia
- } Presencia



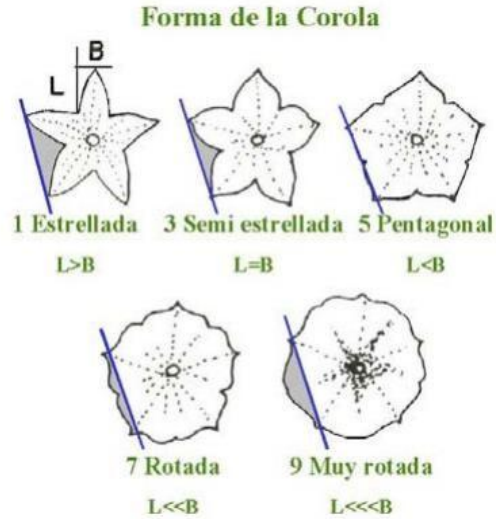
Esquema de las formas de las alas del tallo de la papa

V. Grado de floración.

- 0 Sin botones
 - 1 Aborto de botones
 - 3 Floración escasa
 - 5 Floración moderada
 - 7 Floración profusa
- } Ausencia
- } Presencia

VI. Forma de la corola.

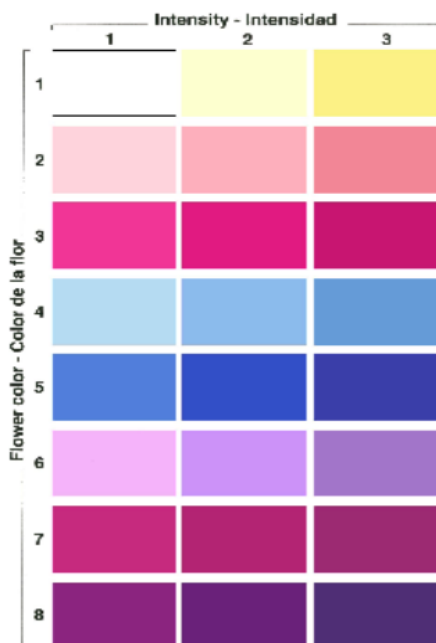
- 1 Estrellada
- 3 Semi-estrellada
- 5 Pentagonal
- 7 Rotada
- 9 Muy rotada



VII. Color de la flor (abcd) (tabla de colores de la flor)

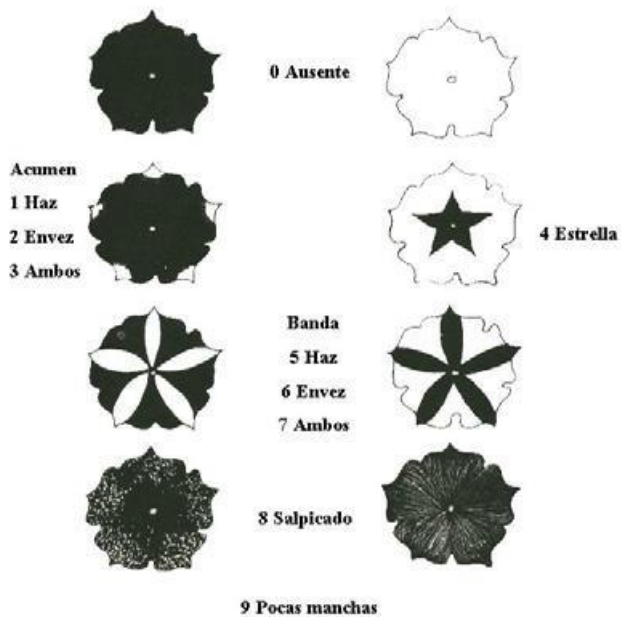
a	b	c	d
COLOR PREDOMINANTE (Fig. 6)	INTENSIDAD DE COLOR PREDOM. (Fig. 6)	COLOR SECUNDARIO (Fig. 6)	DISTRIBUCION DEL COLOR SECUNDARIO (Fig. 7)
1 Blanco	1 Pálido / Claro	0 Ausente	0 Ausente
2 Rojo-rosado	2 Intermedio	1 Blanco	1 Acumen (blanco) - haz
3 Rojo-morado	3 Intenso / Oscuro	2 Rojo-rosado	2 Acumen (blanco) - envez
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 envez
8 Violeta		7 Morado	7 Bandas en ambas caras
		8 Violeta	8 Manchas salpicadas (*)
			9 Pocas manchas o puntos

(* 8 Manchas salpicadas, no es un estado heredable del carácter color de la flor. Presente en flores de plantas enfermas por virus.



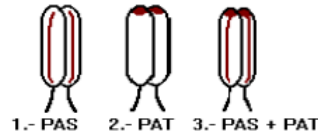
Esquema de la distribución del color secundario de las flores de papa.

Distribución del Color Secundario de la Flor



VIII. Pigmentación en anteras. (ver esquema)

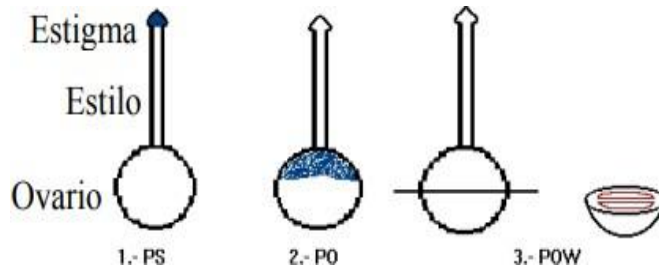
- 0 Sin antocianinas
 - 1 Bandas laterales pigmentadas (PAS)
 - 2 Mancha pigmentada en el ápice (PAT)
 - 3 Bandas y ápice pigmentadas PAS+PAT
 - 4 Anteras rojo-marrón
- } Ausencia
 } Presencia



Esquema de la pigmentación en las anteras de las flores de papa.

IX. Pigmentación en el pistilo. (ver esquema)

- 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)
- } Ausencia
 } Presencia



Esquema de la pigmentación en el pistilo de las flores de papa.

X. Color del cáliz.

- 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
- } Domina verde
- } Domina pigmentado

XI. 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
- } Bastante verde
- } Bastante pigmentado

XII. Color de la baya.

- 1 Verde
- 2 Verde con pocos puntos blancos
- 3 Verde con bandas blancas
- 4 Verde con abundantes puntos blancos
- 5 Verde con áreas pigmentadas
- 6 Verde con bandas pigmentadas
- 7 Predominantemente pigmentado

XIII. Forma de la baya.

- 1 Globosa
- 2 Globosa con mucrón terminal
- 3 Ovoide
- 4 Ovoide con mucrón terminal
- 5 Cónica
- 6 Cónica alargada
- 7 Periforme

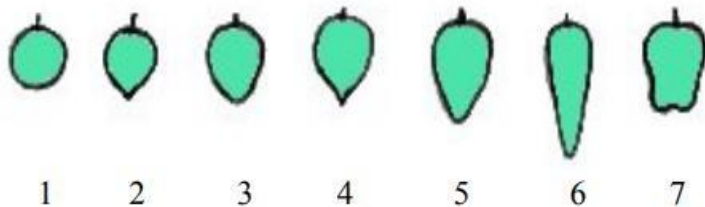


Figura 10. Esquema de las formas de las bayas de papa.

XIV. Madurez.

- 1 Muy precoz (menor a 90 días)
- 3 Precoz (90 a 119 días)
- 5 Medio (120 a 149 días)
- 7 Tardío (150 a 179 días)
- 9 Muy tardío (mas de 180 días)

XV. Color de piel del tubérculo (abcd) (tabla de colores de la piel del tubérculo)

a COLOR PREDOMINANTE (Fig. 11)	b INTENSIDAD COLOR PREDOM (Fig. 11)	c COLOR SECUNDARIO (Fig. 11)	d DISTRIBUCION DEL COLOR SECUNDARIO (Fig. 12)
1 Blanco-crema	1 Pálido / Claro	0 Ausente	0 Ausente
2 Amarillo	2 Intermedio	1 Blanco-crema	1 En los ojos
3 Anaranjado	3 Intenso / Oscuro	2 Amarillo	2 En las cejas
4 Marrón		3 Anaranjado	3 Alrededor de los ojos
5 Rosado		4 Marrón	4 Manchas dispersas
6 Rojo		5 Rosado	5 Como anteojos
7 Rojo-morado		6 Rojo	6 Manchas salpicadas
8 Morado		7 Rojo-morado	7 Pocas manchas
9 Negruzco		8 Morado	
		9 Negruzco	

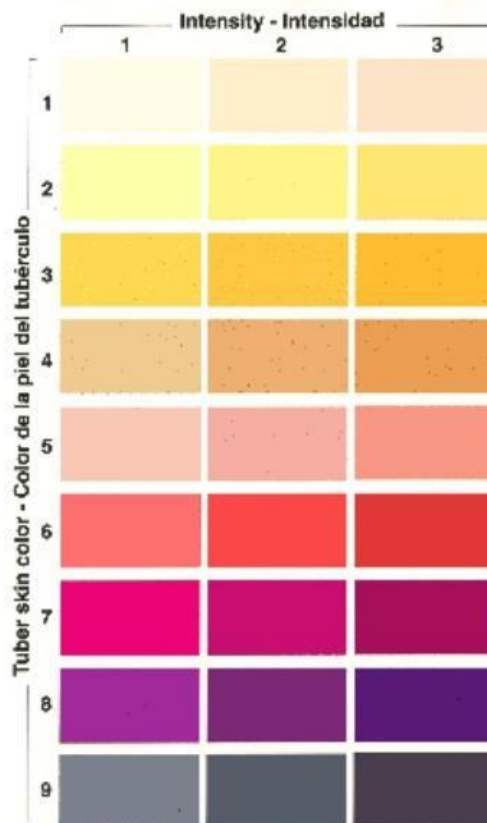


Tabla de colores de la piel del tubérculo de papa



Distribucion del color secundario de la piel del tubérculo.

XVI. Forma del tubérculo (abcd)

a
FORMA GENERAL
(Fig. 13)

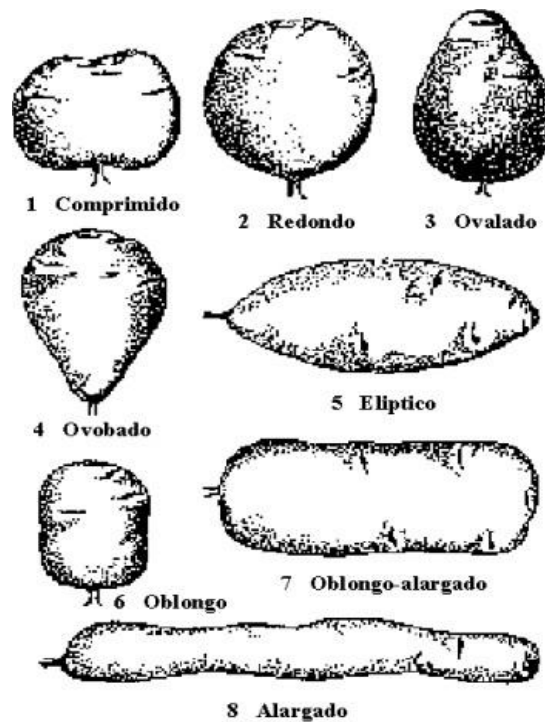
- 1 Comprimido
- 2 Redondo
- 3 Ovalado
- 4 Obovado
- 5 Elíptico
- 6 Oblongo
- 7 Oblongo-alargado
- 8 Alargado

b
VARIANTE DE FORMA
(Fig. 14)

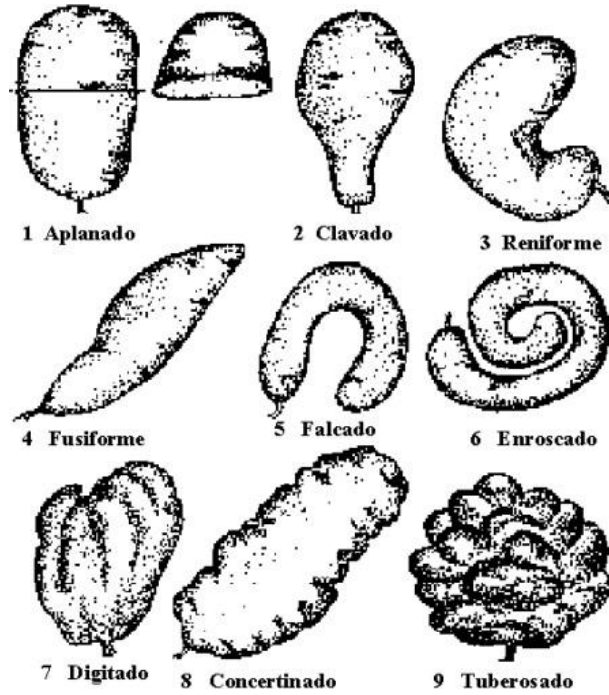
- 0 Ausente
- 1 Aplanado
- 2 Clavado
- 3 Reniforme
- 4 Fusiforme
- 5 Falcado
- 6 Enroscado
- 7 Digitado
- 8 Concertinado
- 9 Tuberosado

c
PROFUNDIDAD DE OJOS

- 1 Sobresaliente
- 3 Superficial
- 5 Medio
- 7 Profundo
- 9 Muy profundo



Forma general del tubérculo (primer dígito)



Formas secundarias o inusuales en tubérculos.

XVII. Color de la pulpa del tubérculo (abcd)

a
 COLOR
 PREDOMINANTE
 (Fig. 11)

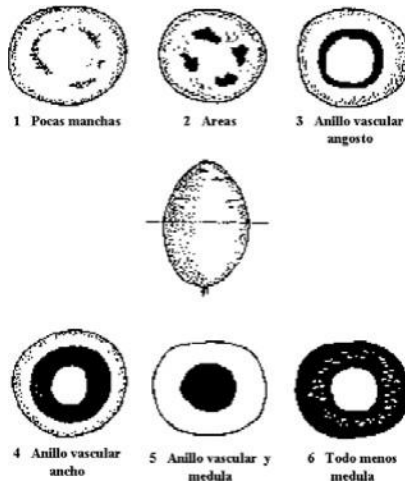
- 1 Blanco
- 2 Crema
- 3 Amarillo claro
- 4 Amarillo
- 5 Amarillo Intenso
- 6 Rojo
- 7 Morado
- 8 Violeta

b
 COLOR
 SECUNDARIO
 (Fig. 11)

- 0 Ausente
- 1 Blanco
- 2 Crema
- 3 Amarillo Claro
- 4 Amarillo
- 5 Amarillo intenso
- 6 Rojo
- 7 Morado
- 8 Violeta

c
 DISTRIBUCION DEL
 COLOR SECUNDARIO
 ((Fig. 15)

- 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)



Distribucion del color secundario de los tubérculos.

XVIII. Color del brote (**abcd**) (tabla de colores de tubérculo)

a
COLOR
PREDOMINANTE
(Fig. 11)

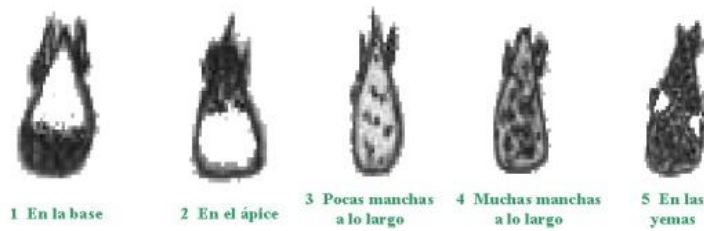
- 1 Blanco
- 2 Rosado
- 3 Rojo
- 4 Morado
- 5 Violeta

b
COLOR
SECUNDARIO
(Fig. 11)

- 0 Ausente
- 1 Blanco
- 2 Rosado
- 3 Rojo
- 4 Morado
- 5 Violeta

c
DISTRIBUCION DEL
COLOR SECUNDARIO
(Fig. 16)

- 0 Ausente
- 1 En la base
- 2 En el ápice
- 3 Pocas manchas a lo largo
- 4 Muchas manchas a lo largo
- 5 En las yemas



Esquema de distribucion del color secundario en el brote del tubérculo.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JHONATAN ANDERSSON PALOMINO ZAVALETA

R.D. N° 266-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los dos días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, Ph.D. Germán Fernando De La Cruz Lapa y el Ing. Edgar Tenorio Mancilla; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Caracterización agromorfológica de 26 accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*) en Socos a 3500 msnm, Ayacucho - 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **JHONATAN ANDERSSON PALOMINO ZAVALETA**.

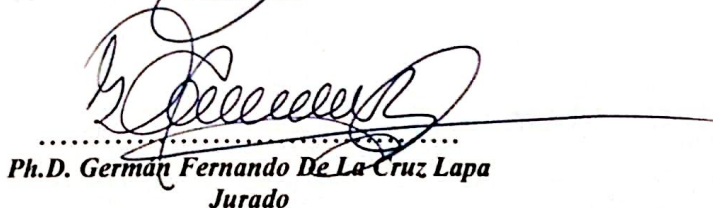
El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	15	14	16	15
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	14	15	15	15
Ph.D. Germán Fernando De La Cruz Lapa	12	10	11	11
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	15	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				14

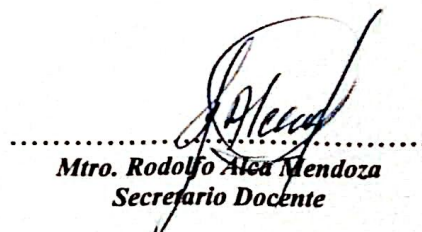
Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente


.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Asesor


.....
Ph.D. Germán Fernando De La Cruz Lapa
Jurado


.....
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por la R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Caracterización agromorfológica de 26 accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*) en Socos a 3500 msnm, Ayacucho - 2023

Autor : Palomino Zavaleta Jhonatan Andersson
Asesor : Walter A. Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de diecisiete por ciento **(17%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2851301940

Ayacucho, 31 de diciembre de 2025

.....
Jorge Luis Huamancusi Morales

M.Sc. en Producción Agrícola
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Caracterización
agromorfológica de 26
accesiones de papa nativa
(*Solanum* spp.) en Socos a 3500
msnm, Ayacucho - 2023

por Jhonatan Andersson Palomino Zavaleta

Fecha de entrega: 31-dic-2025 09:43a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2852067969

Nombre del archivo: TESIS_JHONA_.pdf (4.91M)

Total de palabras: 25645

Total de caracteres: 128007

Caracterización agromorfológica de 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.) en Socos a 3500 msnm, Ayacucho - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.semicrobiologia.org Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 40 words

Excluir bibliografía

Activo

Caracterización agromorfológica de 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.) en socos a 3500 msnm, Ayacucho - 2023

**Agromorphological Characterization of 26 Native Potato (*Solanum* spp.)
Accessions in Socos at 3500 msnm, Ayacucho - 2023**

Jhonatan Andersson Palomino Zavaleta¹
jhonatan.palomino.01@unsch.edu.pe

Walter Augusto Mateu Mateo²
walter.mateu@unsch.edu.pe

Área de investigación: Biodiversidad
Línea de investigación: Sistemas de producción Agrícola

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en distrito de Socos a 3500 msnm con el objetivo de evaluar las características agronómicas y morfológicas de las 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.). Se empleó el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con 26 tratamientos constituido por las accesiones de papa nativa, con 3 repeticiones y 78 unidades experimentales. Los resultados determinaron la ausencia de accesiones precoces a la cosecha; no obstante, se identificaron accesiones tardías, como Puka Suytu y Gaspar Uqi, con 160 días después de siembra (dds). Se halló significancia estadística para el rendimiento de tubérculos, donde la accesión Peruanita destacó por el mayor número de tubérculos (17.67 unidades). Por su parte, Tarmeña alcanzó rendimientos de 37.19, 19.26, 10.49 y 7.44 t ha⁻¹ en rendimiento total, primera, segunda y tercera categoría, respectivamente. Respecto a la calidad, la accesión Tueros presentó 27.15% de materia seca, consolidándose como la de mayor harinosidad. Finalmente, el análisis morfológico permitió diferenciar rasgos particulares en Llumchuy Waqachi, Maki y Yana Allqa, mientras que Puka Suytu, Sisi y Wachwa Ñawin mostraron mayor similitud fenotípica. En general, no se encontraron duplicados, y los descriptores lograron discriminar adecuadamente las accesiones con características particulares, lo que refleja la confiabilidad de la caracterización morfológica.

Palabras claves: *Solanum* spp., papa nativa, caracterización morfológica, accesiones.

ABSTRACT

The research was conducted in the district of Socos at 3500 m.a.s.l., with the objective of evaluating the agronomic and morphological characteristics of 26 native potato accessions (*Solanum* spp.). A Randomized Complete Block Design (RCBD) was employed, consisting of 26 treatments (native potato accessions) with three replications, totaling 78 experimental units. The results indicated an absence of early-maturing accessions; however, late-maturing accessions were identified, such as 'Puka Suytu' and 'Gaspar Uqi', with 160 days after sowing (DAS). Statistical significance was found for tuber yield, where the 'Peruanita' accession stood out with the highest number of tubers (17.67 units). Furthermore, 'Tarmeña' achieved yields of 37.19, 19.26, 10.49, and 7.44 \$t \cdot ha^{-1}\$ for total, first, second, and third categories, respectively. Regarding quality, the 'Tueros' accession presented 27.15% dry matter, consolidating itself as the most mealy (floury) variety. Finally, the morphological analysis allowed for the differentiation of unique traits in 'Llumchuy Waqachi', 'Maki', and 'Yana Allqa', while 'Puka Suytu', 'Sisi', and 'Wachwa Ñawin' showed greater phenotypic similarity. In general, no duplicates were found, and the descriptors effectively discriminated accessions with particular characteristics, reflecting the reliability of the morphological characterization."

Keywords: *Solanum* spp., native potato, morphological characterization, accessions.

INTRODUCCIÓN

La papa es el tercer alimento de mayor consumo mundial y un pilar de la seguridad alimentaria (Fernández *et al.*, 2022). En el ámbito local, aporta el 4.0% del PBI agrícola y sustenta la economía de más de 710,000 familias productoras (MIDAGRI, 2017).

El cultivo de papa nativa en zonas altoandinas es vulnerable a la variabilidad climática, lo que compromete su rendimiento. Debido a la limitada información técnica en el distrito de Socos, es fundamental caracterizar morfológicamente el germoplasma local para identificar rasgos de interés agronómico (Bustillos *et al.*, 2018). Este proceso es un paso esencial para el fitomejoramiento y la preservación del patrimonio biocultural. Los resultados de este estudio proveerán bases científicas para que los agricultores optimicen la selección de variedades, fortaleciendo la seguridad económica y la adaptabilidad del cultivo en la región.

Este trabajo tuvo como objetivo general, evaluar y caracterizar agromorfológicamente 26

accesiones de papa nativa de la región Ayacucho con fines de selección y mejoramiento genético para elevar la productividad de papa nativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Esta investigación se instaló a una altitud de 3500 msnm, con coordenadas geográficas 13°12'39" S y 74°17'15" W, centro poblado de Socos, distrito de Socos, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El lugar tiene un clima húmedo, con rango de temperaturas que varían entre 3.54 °C y 19.01 °C, con precipitación media anual de 746.00 mm.

La investigación se realizó entre los meses de noviembre del año 2023 hasta setiembre del año 2025. Donde, La fase experimental de campo se desarrolló específicamente desde noviembre de 2023 hasta junio de 2024.

Colección de material vegetal

Se utilizó 26 accesiones de papa nativa (*Solanum* spp.); todos recolectados del área geográfica que comprende al centro poblado Socos.

Tabla 2.1

Germoplasma de las accesiones de papa nativa colectadas y estudiadas.

N°	Accesiones de Papa	N°	Accesiones de Papa
T1	Runtus	T14	Wachwa Ñawin
T2	Wamantanga	T15	Yana Allqu.
T3	Tueros	T16	Gaspar Uqi
T4	Yuraq Sisa	T17	Llumchuy Waqachi
T5	Wayru	T18	Pumapa Makin
T6	Sisi	T19	Sangre de Toro
T7	Maqta Uru	T20	Ancy Waqra
T8	Yana Allqa	T21	Tukupá Rinrin
T9	Yana Ribusa	T22	Maki
T10	Llumchuy Waqachi Puka	T23	Tumbay
T11	Gaspar	T24	Peruanita
T12	Betarraga	T25	Tarmeña
T13	Llumchuy Waqachi Alqa	T26	Puka Suytu

Diseño experimental

se empleó un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con 26

tratamientos y tres repeticiones. La distribución de las unidades experimentales en el campo se realizó mediante un proceso de aleatorización sistemática, conforme al croquis de distribución previamente establecido.

Modelo aditivo lineal: $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + S_k + \epsilon_{ij}$; donde, Y_{ij} = Es la observación de cualquiera del i -ésimo tratamiento en la j -ésimo repetición; μ = es el promedio de las unidades experimentales; T_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento; B_j = Es el efecto del j -ésimo bloque o repetición; ϵ_{ij} = es el error experimental; i = varía de 1,2,3,...,t (subíndice de variación de tratamientos); j = varía de 1,2,3,..., y r (subíndice de variación de bloques o repeticiones).

Características fisicoquímicas del suelo

En suelo experimental posee, contenido medio de materia orgánica (2.08%), nivel medio de fósforo (17.6 ppm), nivel alto de potasio (134.5 ppm) y pH neutro (7.24). La textura del suelo corresponde a franco arenoso, con una composición de 61.6% de arena, 21.3% de limo y 17.1% de arcilla. Según el cálculo del porcentaje de saturación de sodio intercambiable (PSI), se obtuvo un valor de 1.62%, lo que indica un suelo normal.

Características fisicoquímicas del estiércol de ovino.

El estiércol de ovino empleado en esta investigación resultó ser un excelente aliado para mejorar la salud del suelo. Según los análisis fisicoquímicos realizados en el Laboratorio de Suelos y análisis foliar de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el insumo presenta un elevado contenido de materia orgánica (42.8%). En cuanto a su composición mineral, el perfil reporta niveles óptimos de nitrógeno (1.58%), calcio (2.8%), magnesio (1.68%) y azufre (0.68%).

Manejo agronómico.

La preparación del terreno consistió en el arado mecanizado, mullido y surcado. La siembra se realizó bajo un distanciamiento de 1.0 m entre surcos y 0.40 m entre golpes, aplicando 300 g de estiércol de ovino por golpe como cobertura inicial. El manejo agronómico incluyó dos aporques: el primero al alcanzar las plantas una altura promedio de 15 cm, y el segundo a los 85 días después de la siembra (dds). El control fitosanitario se efectuó a los 49 y 84 dds para prevenir el tizón tardío y el ataque de insectos, empleando Fitoklin (Metalaxil) y Cyperklin 25 (Cipermetrina) según prescripción técnica. Finalmente, la cosecha se realizó a los 190 dds, alcanzada la madurez fisiológica (85-90% de senescencia foliar), procediendo con la recolección independiente por unidad experimental para su evaluación.

Caracterización agronómica.

1. Factores de precocidad.

Se evaluaron cuatro indicadores de precocidad (emergencia (dds), floración (dds), madurez de cosecha (dds) y brotamiento (ddc)) en tres plantas representativas por accesión, registrando el dato cuando el 50% de la muestra alcanzó dicho estado fenológico.

2. Factores de productividad.

Durante la etapa fenológica de floración, se evaluaron los caracteres de productividad mediante variables de crecimiento (número de tallos aéreos, altura de planta y diámetro del follaje) y de rendimiento. Estas últimas incluyeron el número de tubérculos por planta, el rendimiento total y por categorías (primera, segunda y tercera) expresado en \$t/ha\$, así como el porcentaje de materia seca (% MS).

Caracterización morfológica.

La caracterización morfológica se llevó a cabo utilizando los descriptores establecidos por Gómez (2004) y el CIP (Centro Internacional de la Papa), los cuales suman un total de 32 descriptores. Cada descriptor está codificado con números arábigos. Durante la evaluación en el campo (*in situ*), según el manual guía establecida, en estado de floración, se registró 4 características de la hoja: 1 carácter de hábito de crecimiento; 2, de tallos; 10, de la flor; durante la fructificación, 2 características de la baya; durante postcosecha se evaluó 10 características de los tubérculos y 3 del brote.

Análisis estadístico.

El análisis de datos se realizó mediante el software R (versión. 4.4.2), integrando diversas técnicas estadísticas para una interpretación multidimensional. Para las variables cuantitativas, se aplicó Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ y pruebas de comparación de medias de Duncan. La estructura de la variabilidad y las relaciones entre variables se determinaron mediante Análisis de Componentes Principales (PCA), Análisis de Correspondencia (AC) y Agrupamiento Jerárquico (Clúster). El procesamiento y la visualización de datos se efectuaron con las librerías *agricolae*, *FactoMineR*, *factoextra*, *NbClust*, *cluster*, *fpc*, *tidyverse* (incluyendo *tidyr* y *ggplot2*) y *corrplot*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de precocidad.

Hasta la etapa de madurez de cosecha, según la clasificación de precocidad establecida por

Gómez y CIP (2004), no se encontraron accesiones muy precoces (< 90 días después de la siembra, dds), precoces (90 – 119 dds) ni de precocidad media (120 – 149 dds) en este trabajo de investigación.

Según la tabla 3.1 el 84.6% del total presentaron una precocidad tardía (150 – 180 dds), con un total de 22 accesiones. Las accesiones Puka Suytu y Gaspar Uqi fueron las más representativas de este grupo al alcanzar la madurez a los 160 dds. Por otro lado, 15.4% de las accesiones se categorizaron como muy tardías, superando los 180 dds; entre estas, Yana Allqu presentó el ciclo más extenso con 190 días.

Tabla 3.1

Germoplasma de las accesiones de papa nativa colectadas y estudiadas.

N°	ACCESIONES	Días al brotamiento (ddc)	Días a la emergencia (dds)	Días a la floración (dds)	Días a la maduréz de cosecha
T1	Runtus	18	25	128	180
T2	Wamantanga	18	33	93	185
T3	Tueros	20	31	105	178
T4	Yuraq Sisa	18	28	95	170
T5	Wayro	18	33	93	163
T6	Sisi	20	33	111	177
T7	Maqta Uru	17	31	128	168
T8	Yana Allqa	20	28	95	172
T9	Yana Ribusa	25	33	105	185
T10	Llumchuy Waqachi Puka	25	35	123	172
T11	Gaspar	18	28	95	180
T12	Sangre de Toro	18	33	95	180
T13	Llumchuy Waqachi Alqa	17	31	128	168
T14	Wachwa Ñawin	25	28	93	177
T15	Yana Allqu.	18	28	93	190
T16	Gaspar Uqi	22	38	105	160
T17	Llumchuy Waqachi	25	31	111	163
T18	Pumapa Makin	18	33	128	170
T19	Sangre de Toro	22	33	101	165
T20	Ancy Waqra	28	38	93	162
T21	Tukupá Rinrin	18	38	110	168
T22	Maki	18	31	130	172
T23	Tumbay	22	38	127	166
T24	Peruanita	18	33	93	185
T25	Tarmeña	18	35	90	168
T26	Puka Suytu	30	35	128	160
Máximo		30	38	130	190
Mínimo		17	25	90	160
Promedio		20.5	32.3	107.5	172.5

Análisis de caracteres de productividad.

Tabla 3.2

Análisis de varianza de características agronómicas; número de tallos, altura de planta y diámetro de follaje.

F. V	G. L	Número de tallos (Und.)	Altura de la planta (cm)	Diámetro de follaje (cm)
Cuadrados Medios (CM)				
Bloques	2	1.86 ns	2.01 ns	31.92 ns
Tratam. (accesiones)	25	2.25 **	341.48 **	48.53 *
Error	50	0.7	32.290	22.46
Total	77			
C. V (%):		9.65	8.74	9.64

En la Tabla 3.2 se muestra análisis de varianza de las variables de número de tallos aéreos, altura de la planta y diámetro de follaje. Para todos ellos, el resultado mostró significancia estadística en el tratamiento, el cual demuestra que por lo menos una de las accesiones (tratamientos) difiere del resto para estas variables evaluadas.

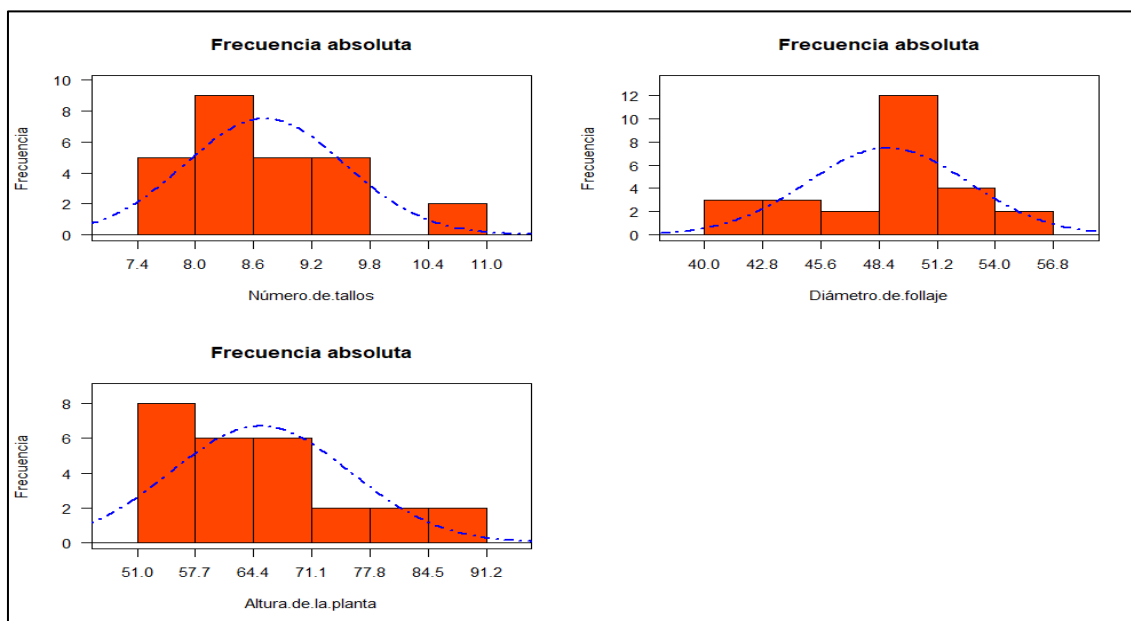
En la muestra de comparación de medias Duncan del número de tallos aéreos por planta, la accesión Wamantanga obtuvo mayor número de tallos aéreos promedios, (10.97 unidades); no obstante, no difiere estadísticamente de las accesiones Runtus y Sisi, los cuales tuvieron 10.57 y 9.73 unidades de tallos, respectivamente. Por el contrario, la accesión Tarmeña presentó el valor más bajo en esta variable con 7.40 unidades.

En cuanto a la arquitectura de la planta, Wachwa Ñawin (T14) alcanzó la mayor altura con 90.50 cm, mientras que Tarmeña (T25) fue la de menor porte con 51.90 cm. Finalmente, en el diámetro de follaje, sobresalió la accesión Runtus (T1) con 56.77 cm, frente a los 40.77 cm registrados por Gaspar (T11), quien obtuvo el menor diámetro.

En trabajos similares, Muñoz-Dipaz (2024) en cultivo de papa nativa encontró número de tallos aéreos máximo de 11.16 unidades en promedio, con accesión Amarilla Larga, en cuanto a la altura de planta, encontró una altura máxima de 100.10 cm en accesión Ruyru Ritipa Sisan. Por su parte, Jiménez (2022) concluye que las alturas de las plantas son relativas, debido a que su forma de crecimiento es muy variable, además es influido por factores externos como el clima.

Figura 3.1

Frecuencias absolutas de las variables de número de tallos, diámetro de follaje y altura de planta.



La **Figura 3.1** presenta la distribución de frecuencias absolutas para las variables número de tallos, diámetro de follaje y altura de planta, calculadas a partir de sus respectivas medias. Este análisis permitió identificar la estructura de subgrupos jerárquicos dentro de la población evaluada. Específicamente, la variable número de tallos se estratificó en cinco subgrupos, mientras que tanto el diámetro de follaje como la altura de la planta exhibieron una mayor variabilidad, diferenciándose en seis subgrupos cada una.

Tabla 3.3

Análisis de varianza de productividad de los tubérculos de las accesiones de papa nativa (Solanum spp.) conducidas en Socos a 3500 msnm.

F. V	G. L	Número de tubérculos (Und.)	Rendimiento total (t ha ⁻¹)	Primera (t ha ⁻¹)	Segunda (t ha ⁻¹)	Tercera (t ha ⁻¹)	Materia seca de tubérculos (%)
Bloques	2	1.42 ns	281.49 *	74.21 *	25.08*	11.28 *	11.76 **
Tratam. (accesiones)	25	14.59 **	155.31 **	41.66 **	12.53 *	6.22 **	19.64 **
Error	50	5.97	66.990	17.02	6.12	2.68	0.01
Total	77	5.97					
C. V (%):		17.7	34.18	34.08	35.07	34.18	0.36

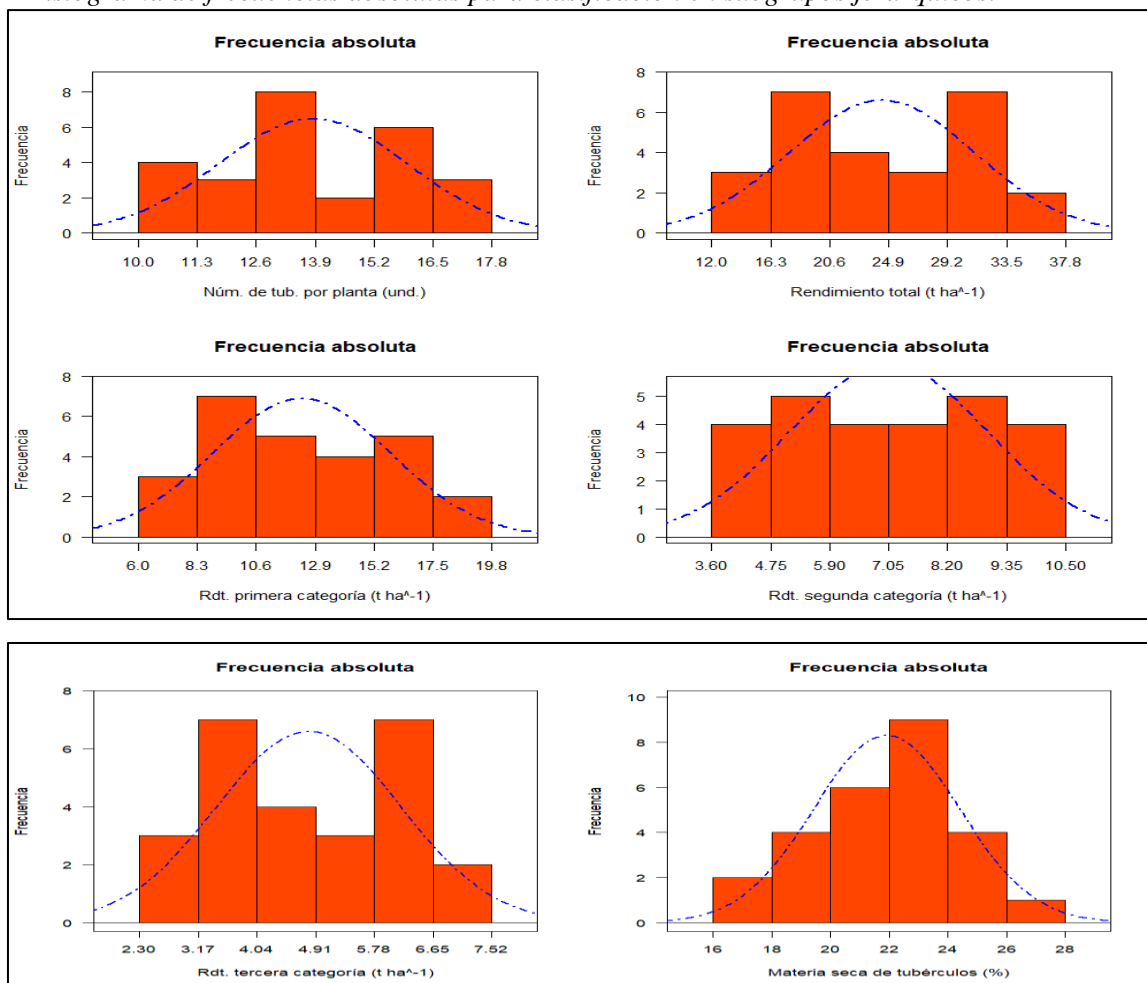
El Análisis de Varianza (**Tabla 3.3**) reveló diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para todas las variables evaluadas: número de tubérculos, rendimiento total, rendimiento por categorías y porcentaje de materia seca. Los coeficientes de variación oscilaron entre 0.36% y 35.07%, reflejando la precisión experimental y la variabilidad intrínseca de los factores estudiados.

De acuerdo con los promedios ajustados del diseño DBCR, la accesión Peruanita (T24) obtuvo el mayor número de tubérculos (17.67 unidades), mientras que Llumchuy Waqachi Alqa (T13) registró el mínimo (10.33 unidades). En términos de productividad, Tarmaña (T25) sobresalió con los valores máximos en rendimiento total (37.19 t/ha) y en las tres categorías comerciales (primera: 19.26; segunda: 10.49; tercera: 7.44 t/ha). En contraste, Sisi (T6) presentó el desempeño más bajo en todas las escalas de rendimiento. Respecto a la calidad, la mayor concentración de materia seca se halló en accesión Tueros (T3) con 27.15%, superando significativamente a Llumchuy Waqachi Alqa (16.50%).

Al contrastar estos hallazgos, los valores obtenidos son inferiores a los reportados por Muñoz-Dipaz (2024), quien registró hasta 22 tubérculos por planta en Puka Huayro y rendimientos de 40 t/ha en Yana Wairu. No obstante, los resultados de rendimiento de esta investigación superan el máximo de 27.30 t/ha reportado por Misarayme (2016) para la accesión Puqya.

Figura 3.2

Histograma de frecuencias absolutas para clasificación en subgrupos jerárquicos.



La **Figura 3.2** ilustra la distribución de frecuencias absolutas para número de tubérculos

por planta, rendimiento total por hectárea, clasificación por categorías (primera, segunda y tercera) y contenido de materia seca. El análisis, basado en los promedios de cada tratamiento, permitió identificar **seis subgrupos jerárquicos** por variable, delimitados mediante intervalos de clase. Esta estratificación evidencia la alta variabilidad productiva y cualitativa existente entre las accesiones evaluadas.

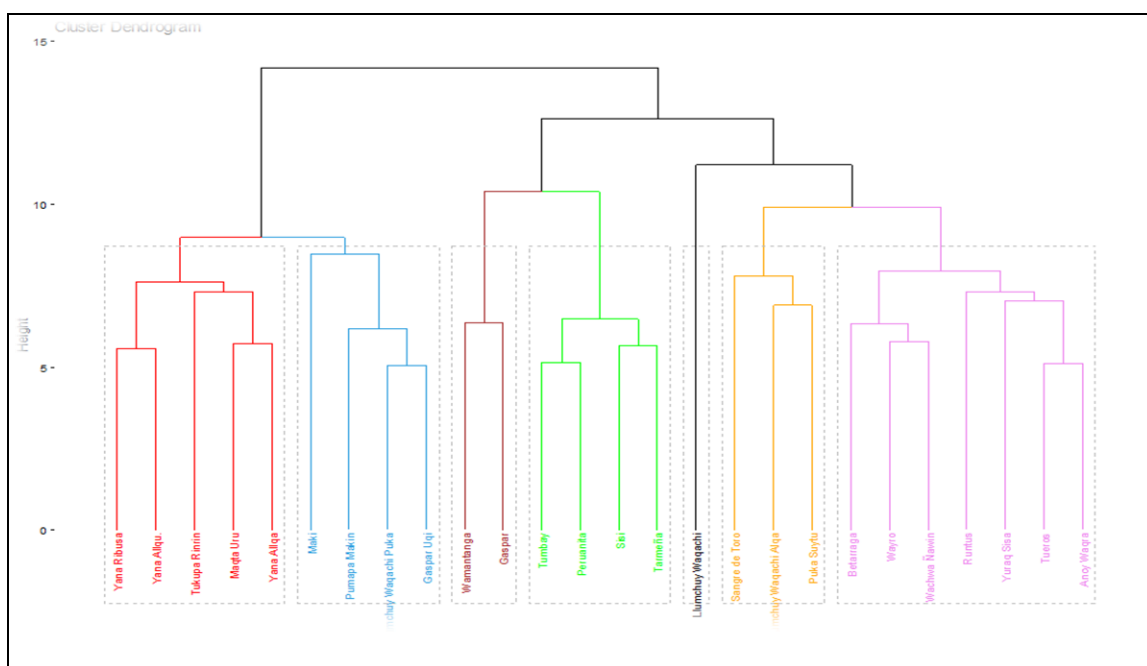
Análisis de componentes principales (ACP)

1. Análisis de agrupamiento clúster.

Según el análisis de agrupamiento clúster, el dendrograma diferenció 7 grupos. determinado mediante el índice de codo y el método de Ward.

Figura 3.3

Dendrograma de las accesiones de papa nativa (Solanum spp.) elaborado mediante el método Ward de las 26 accesiones, conducidas en Socos a 3500 msnm.



El dendrograma (Figura 3.3) permitió identificar siete grupos fenotípicos. La distribución de las 26 accesiones fue heterogénea, destacando el Grupo VII (7 accesiones) y el Grupo I (5 accesiones) por su mayor representatividad. La accesión Llumchuy Waqachi (T17) se posicionó de forma independiente (Grupo V), confirmando la singularidad de sus caracteres morfológicos.

En el análisis grupal, se identificó un clúster definido por la pigmentación antociánica, integrado por Yana Allqa, Yana Ribusa, Yana Uru y Yana Ayqu. La coincidencia con la etimología quechua *Yana* (negro) sugiere una correlación directa entre la nomenclatura

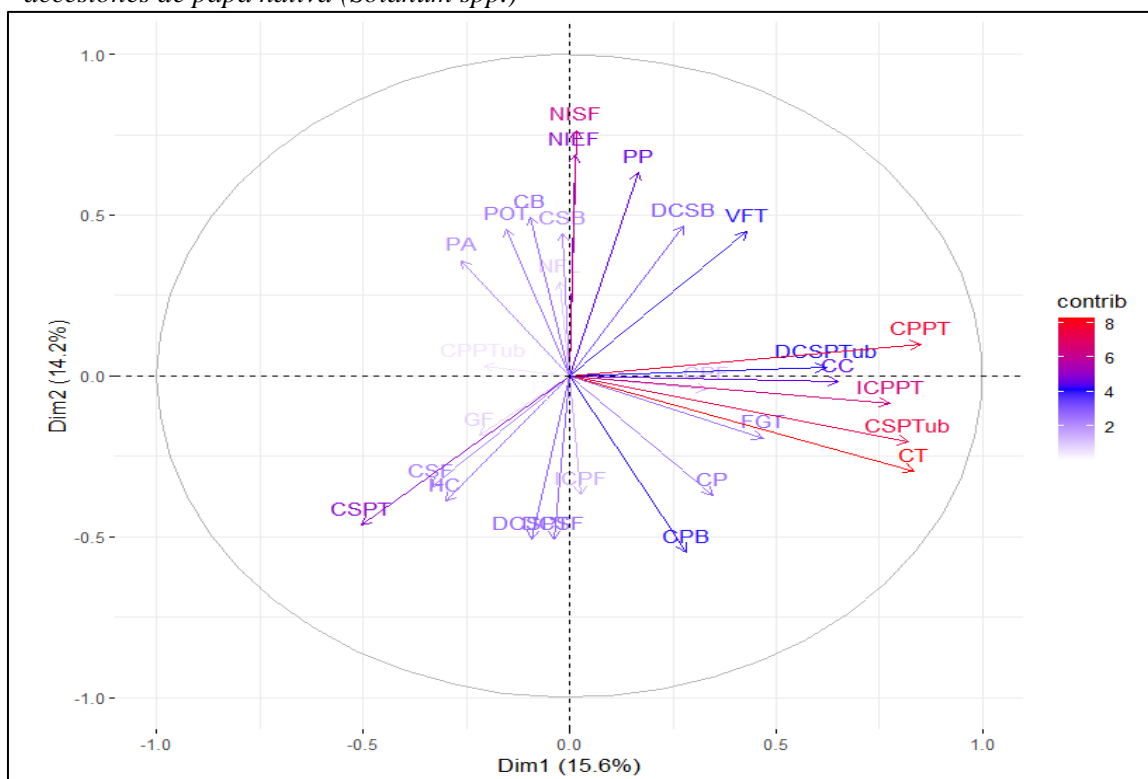
local y la expresión fenotípica de tonos oscuros en la epidermis y pulpa. Asimismo, se observó convergencia morfológica en el grupo conformado por Yuraq Sisa, Sisi y Tumbay, evidenciando que, a pesar de la diversidad de nombres en el distrito de Socos, estas accesiones comparten una estructura fenotípica común.

La ausencia de duplicados y la formación de subgrupos concuerdan con los hallazgos de Muñoz-Dipaz (2024) y Jiménez (2022), quienes subrayan la eficacia de los descriptores del CIP/INIA para discriminar la variabilidad del germoplasma. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Torres (2018) y Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2013), quienes determinaron que las características del tubérculo son los principales determinantes de la variabilidad genética en análisis clúster. No obstante, se debe considerar que, aunque los descriptores morfológicos son herramientas fundamentales y económicas para la caracterización (Misarayme, 2016; Taipe, 2017), estos pueden presentar limitaciones debido a la influencia ambiental en la expresión de ciertos rasgos (Onamu *et al.*, 2012; Huamán, 2008).

2. Aporte de los descriptores en la variabilidad.

Figura 3.4

Porcentaje de contribución de los componentes principales en la variabilidad genética de las accesiones de papa nativa (*Solanum spp.*)

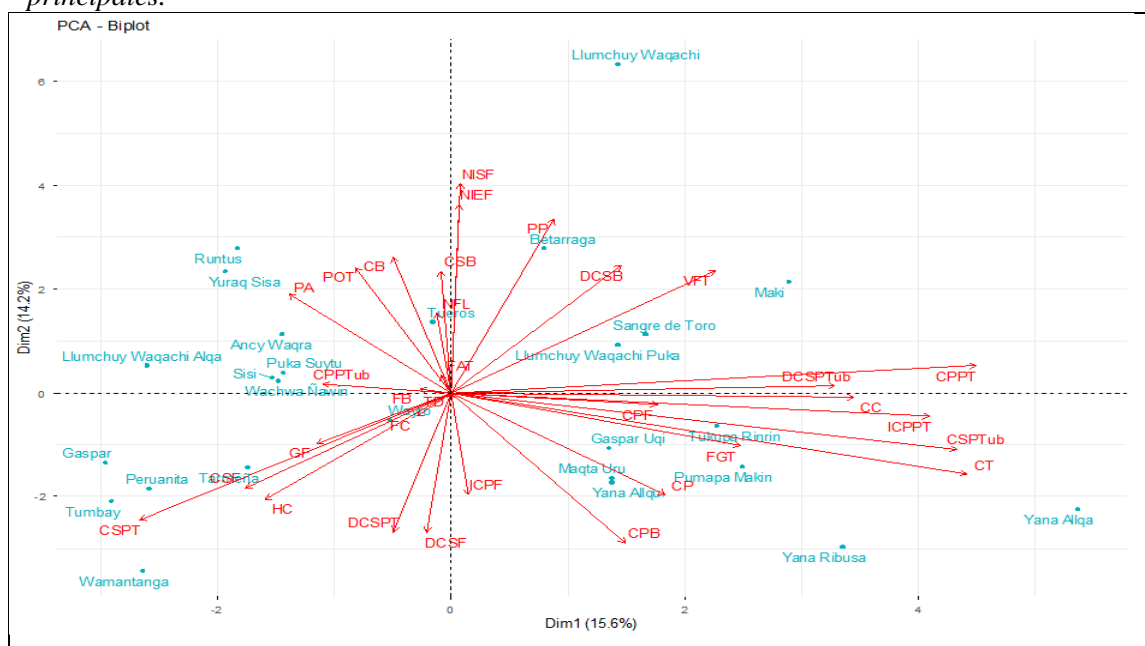


En la Figura 3.4 se muestra el grado de contribución de los 32 descriptores a la variabilidad

morfológica de las accesiones de papa nativa. Los descriptores morfológicos color predominante de la piel del tubérculo (CPPT), color secundario de la pulpa del tubérculo (CSPTub), color de tallos (CT) e intensidad del color predominante de la piel del tubérculo (ICPPT) presentaron el mayor aporte a la variabilidad morfológica.

Figura 3.5

Interrelación de las accesiones de papa nativa y los 32 descriptores según los componentes principales.



El biplot de componentes principales (Figura 3.5) sintetiza la interacción entre 32 descriptores morfológicos y 26 accesiones de papa nativa. La primera dimensión (Dim1) explica la mayor proporción de la varianza fenotípica, discriminando las muestras en un gradiente morfológico horizontal. En el cuadrante derecho, se observa una fuerte asociación entre las accesiones Yana Allqa, Yana Ribusa y Pumapa Makin con los descriptores de pigmentación: color predominante de piel (CPPT), intensidad del color (ICPPT), color secundario de piel (CSPTub) y color del cáliz (CC). Por el contrario, las variedades Tumbay, Gaspar y Peruanita se sitúan en el extremo opuesto, evidenciando una correlación negativa con Dim1 y una diferenciación morfológica marcada respecto al primer grupo.

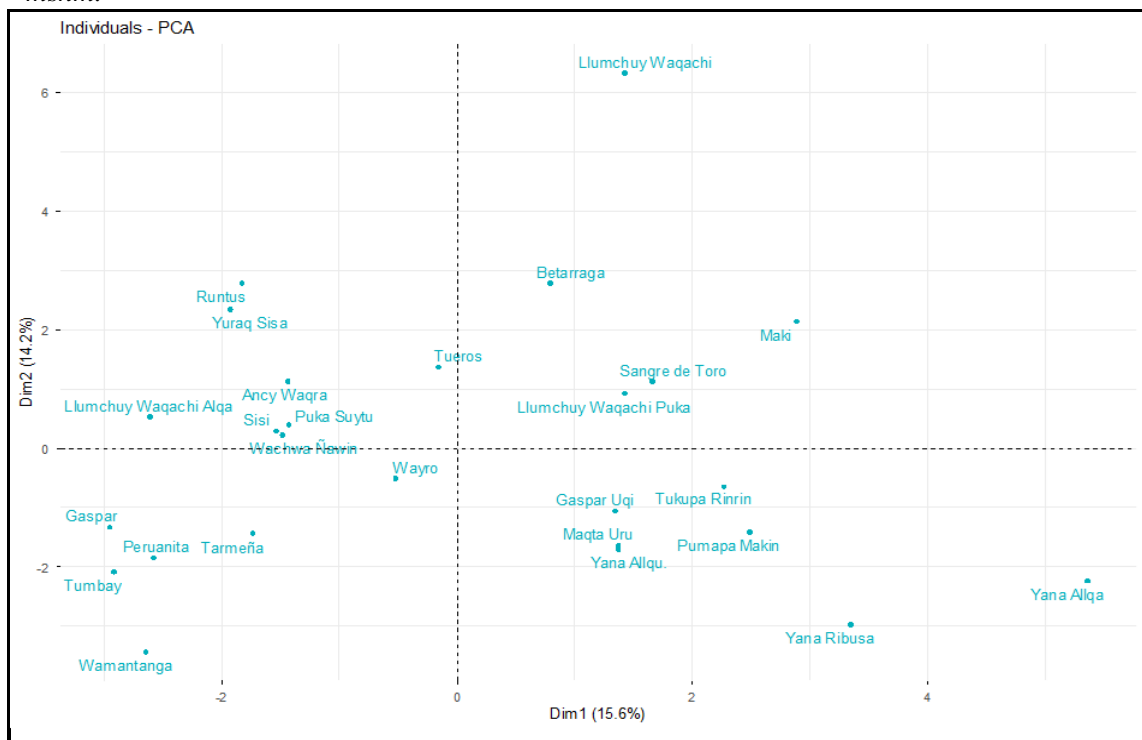
La segunda dimensión (Dim2) permite una segregación adicional basada en rasgos estructurales. En la zona superior del biplot, las accesiones Llunchuy Waqachi y Runtus muestran una estrecha relación con variables como el número de interhojuelas (NISF), la profundidad de ojos (POT) y la coloración secundaria del brote (CSB). Esta distribución

espacial confirma que los descriptores evaluados poseen una alta capacidad discriminante para categorizar la variabilidad fenotípica del germoplasma estudiado.

Análisis de correspondencia (AC)

Figura 3.6

Análisis de correspondencia de las 26 accesiones de papa nativa, conducidas en socos a 3500 msnm.



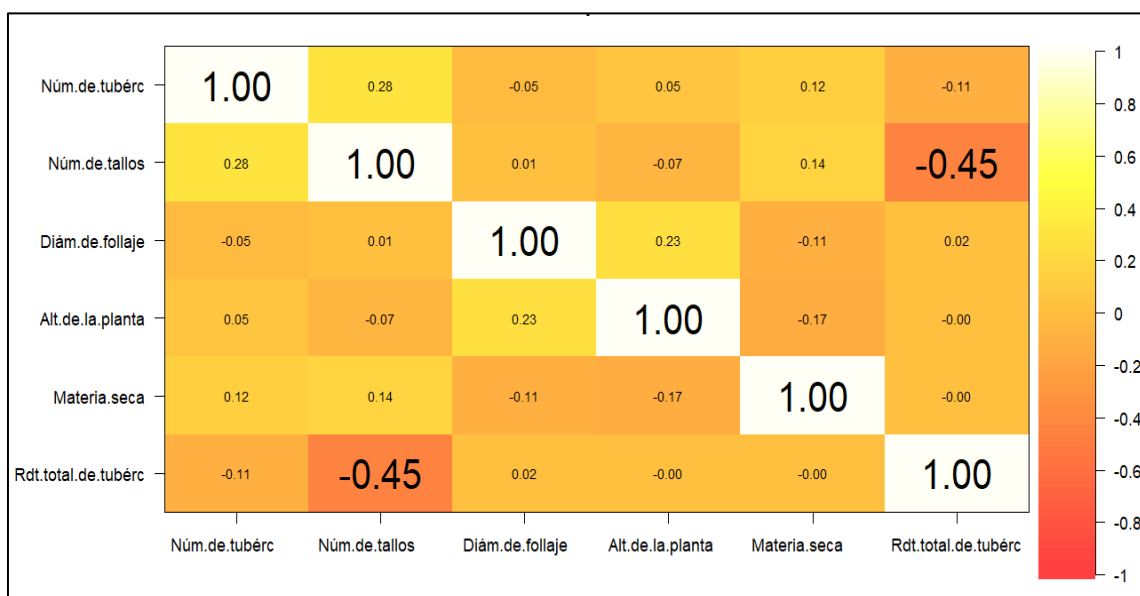
El análisis de correspondencia múltiple, representado en la Figura 3.6, permitió explorar las relaciones de afinidad entre las 26 accesiones de papa nativa con base en 32 descriptores cualitativos. La distribución de los genotipos en los cuatro cuadrantes del plano factorial evidencia una diferenciación morfológica clara. Accesiones como Llumchuy Waqachi, Maki y Yana Allqa se posicionan de forma aislada en el gráfico, lo que denota caracteres morfológicos distintivos y únicos. Por el contrario, la proximidad y agrupamiento de las accesiones Puka Suytu, Sisi y Wachwa Ñawin reflejan una alta similitud fenotípica entre ellas.

Correlacion de las variables cuantitativas.

La matriz de correlación que se presenta nos ayuda a entender cómo se relacionan entre sí diferentes características agronómicas cuantitativas de papa nativa.

Tabla 3.4

Correlacion de las variables cuantitativas.



De acuerdo con la Tabla 3.4, las correlaciones entre las variables evaluadas son, en su mayoría, débiles tanto en sentido positivo como negativo. Se identificó una correlación positiva leve entre el número de tubérculos y el número de tallos (0.28), así como con el contenido de materia seca (0.12). Aunque estos valores sugieren que un incremento en la densidad de tallos podría favorecer una mayor producción de tubérculos o un ligero aumento en los sólidos totales, los coeficientes de correlación son insuficientes para establecer una asociación de dependencia robusta.

CONCLUSIONES

1. Se evaluaron con éxito las variables agronómicas de 26 accesiones de *Solanum* spp. en las condiciones altoandinas de Socos (3500 msnm). El ciclo fenológico mostró un predominio de materiales tardíos, destacando las accesiones Puka Suytu y Gaspar Uqi con 160 días a la cosecha. Estadísticamente, se halló una variabilidad significativa en el rendimiento, donde la accesión Peruanita registró la mayor prolificidad con 17.67 tubérculos por planta. Por su parte, Tarmaña demostró el mayor potencial productivo con un rendimiento total de 37.19 t/ha, distribuidos en 19.26, 10.49 y 7.44 t/ha para las categorías primera, segunda y tercera, respectivamente. Finalmente, la accesión Tueros destacó por su calidad industrial, alcanzando un 27.15% de materia seca, lo que le confiere una textura harinosa superior al resto de las accesiones evaluadas.
2. Los análisis de correspondencia y de componentes principales (PCA), integrados mediante el agrupamiento jerárquico (clúster), determinaron la formación de siete

grupos diferenciados. Las accesiones Llumchuy Waqachi, Maki y Yana Allqa exhibieron rasgos morfológicos singulares que las posicionaron de forma aislada. Por el contrario, materiales como Puka Suytu, Sisi y Wachwa Ñawin mostraron una alta similitud fenotípica al integrar grupos compactos. La ausencia de duplicados y la capacidad de los descriptores para discriminar eficazmente la variabilidad cualitativa confirman la alta confiabilidad y robustez de la caracterización morfológica realizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, G. F. (2019). *Caracterización morfológica y molecular de parientes silvestres de papa de Uruguay* [Universidad de la República Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/28597/1/uy24-19690.pdf>
- Bustillos, L. S., Rojas, A. P., Fernández, C. C., & Aparicio, P. (2018). Identification of native potato varieties (*Solanum* sp.) produced in three communities of the municipality of Tiahuanaco. *Scielo*, 5, 117–124. http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5n2/v5n2_a13.pdf
- Fernández, R., Lizana, C., & Behn, A. (2022). Biodiversidad, conservación y mejoramiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) con énfasis en el grupo Chilotanum. *Agro Sur*, 50(2), 1–11. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2022.v50n2-01>
- Gabriel, J., Veramendi, S., Pinto, L., Pariente, L., & Angulo, A. (2016). Asociaciones de marcadores moleculares con la resistencia a enfermedades, caracteres morfológicos y agronómicos en familias diploides de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1), 17–32. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.57712>
- Gómez, R. (2004). Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas. Introducción. *Centro Internacional de La Papa (CIP)*, 1(December), 28. <https://www.researchgate.net/publication/267991711>
- Huaman, Z. (2008). *Descriptores morfológicos de la papa (solanum tuberosum L.)* (CCBAT (ed.)). Producciones Gráficas s.l. <https://ccbat.es/documentos/descriptores.pdf>
- Inostroza, J. F., Méndez, P. L., & Sotomayor, L. T. (2016). Botánica y morfología de la papa. *INIA Carillanca*, 1, 7–13. [https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476.pdf?sequence=6 &isAllowed=y#:~:text=La papa es una planta,de crecimiento arrosetado o](https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476.pdf?sequence=6&isAllowed=y#:~:text=La papa es una planta,de crecimiento arrosetado o)

semiarrosetado.

- Jiménez, c. A. (2022). *Caracterización morfológica y evaluación agronómica de cien entradas de papa nativa (Solanum sp.) en condiciones de Centro Agronómico K'ayra, Cusco* [Universidad Nacional de San Antonio Adab del Cusco]. <http://200.48.82.27/bitstream/handle/20.500.12918/6660/253T20220201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riegos (2017). Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. In *Boletín* (p. 13). <https://www.midagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017?download=11225:boletín-de-produccion-nacional-de-papa>
- Misarayme, F. C. (2016). Evaluación morfológica y rendimiento de diez accesiones de papa nativa (*Solanum spp*), a 4300 m.s.n.m. Vinchos – Ayacucho – 2016 [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. In *Repositorio UNSCH* (Vol. 1). <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3091>
- Muñoz-Dipaz, R. E. (2024). Caracterización y selección molecular de accesiones de Papas Nativas (*Solanum spp.*) con genes para resistencia a *Phytophthora infestans*, La Mar, Ayacucho, 2022. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/9db5ec87-3e20-49e9-b743-e24b55bb4a7d>
- Onamu, R., Solano, J. P. L., Castellanos, J. S., Rodríguez de la, O., & Nieto, J. P. (2012). Análisis de marcadores morfológicos y moleculares en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(4), 267–277. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v35n4/v35n4a3.pdf>
- Rodríguez Rodríguez, O. J., Rodríguez Molano, L. E., & Cotes Torres, J. M. (2013). Caracterización Morfo agronómica de Híbridos Provenientes del Cruzamiento entre Especies Diploides de Papa. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 9(1), 54. <https://doi.org/10.18359/rfcb.363>