



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y EVALUACIÓN
AGRONÓMICA DE PROGENIES PROVENIENTES DE CRUZAS
DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) CON PULPA PIGMENTADA**

TESIS

PRESENTADA POR:

RAÚL CCOILA CHAMBI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2024



RAÚL CCOILA CHAMBI

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE PROGENIES PROVENIENTES DE CRUZAS D...

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::8254:414610491

Fecha de entrega
10 dic 2024, 8:44 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
10 dic 2024, 8:51 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
RAUL CCOILA CHAMBI (1).pdf

Tamaño de archivo
3.4 MB

137 Páginas

21,951 Palabras

126,408 Caracteres

ROSARIO I. BRAVO P.
Ing° M.Sc. Entomología
CIP. 14344

Dr. Manuel Alfredo Cazorla R.
Ced. 52081 - CP. 24963







14% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 11 palabras)

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

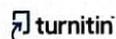
No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

ROSARIO I. BRAVO P.
Ing^o M.Sc. Entomología
CIP: 14344

Dr. Manuel Alfredo Callohuacra P.
Cod. 82981 : 02 21005





DEDICATORIA

Al rey supremo Dios de Israel por darme esta noble profesión, por la vida y guiarme en este camino del saber y alcanzar mis metas trazadas.

A mi abuelo Víctor y mi hermana Érica que en paz descansen, yo sé que desde el cielo guían mis pasos.

Con gran cariño y aprecio a mis estimados padres: Edgar Ccoila Condori y Luisa Chambi Fabián, por su respaldo incondicional en cada instante de mi vida para alcanzar mis objetivos y metas, porque cada día me apoyan para que siga mejorando y creciendo en la vida.

A mi compañera de vida Virginia, por su apoyo que ha sido fortalecedor y a mi tesoro más grande Axel Edward, que ha sido una motivación para no rendirme y ser un ejemplo para él.

Con mucho afecto y agradecimiento a mis queridas hermanas: Gabriela, Elizabeth, Esmeralda y Thania, en esta vida nada es imposible.

A papá Lucho y mamá Zenobia que partieron a la eternidad esto va dedicado para ustedes, gracias por los momentos vividos, los mantenemos siempre en nuestra memoria.

Raúl Ccoila Chambi



AGRADECIMIENTOS

Al Ser Supremo, por concederme la vida. A mi madre y a mi padre, por crear el puente entre Dios y yo.

Deseo manifestar mi gratitud a la Universidad Nacional del Altiplano Puno por la educación integral durante toda mi formación profesional, y a mis profesores de la ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA por todos sus saberes transmitidos y por cada vivencia conjunta.

A los integrantes del jurado evaluador de Tesis, por su dedicación en la revisión y perfeccionamiento de este trabajo de investigación al Ph. Dr. Ángel Mauricio Holger Mujica Sánchez, Dr. Edgar Pelinco Ruelas y D.Sc. Juan Carlos Luna Quecaño.

A mi Asesora, la M.Sc. Rosario Y. Bravo Portocarrero, por sus recomendaciones y requerimientos durante la realización de esta investigación.

Dr. Jesús Arcos Pineda. Agradezco haberme ayudado y facilitado algunos materiales para el presente trabajo de investigación, sin su colaboración no habría sido posible.

Al Sr. Humberto Mamani, trabajador administrativo de la escuela profesional de ingeniería Agronómica en Programa de papa, por brindarme su apoyo a lo largo del proceso de ejecución del presente trabajo de investigación y por sus consejos.

A mis familiares, compañeros y amigos, por proporcionarme el apoyo emocional y la camaradería necesarios para experimentar y compartir mis éxitos.

Raúl Ccoila Chambi



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
INDÍCE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	18
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.2.1. Problema general.....	22
1.2.2. Problemas específicos	22
1.3. JUSTIFICACIÓN	23
1.3.1. Justificación teórica.....	23
1.3.2. Justificación metodológica.....	23
1.3.3. Justificación práctica	23
1.4. OBJETIVOS.....	24
1.4.1. Objetivo general	24
1.4.2. Objetivos específicos.....	24
1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	24



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES	25
2.1.1.	Antecedentes internacionales	25
2.1.2.	Antecedentes nacionales	28
2.2.	MARCO TEÓRICO	32
2.2.1.	Caracterización morfológica de progenies provenientes de cruzas de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	32
2.2.2.	Papas con pulpa pigmentada	36
2.2.3.	Importancia del consumo de papas	36
2.2.4.	Procedimiento de cruces de papas.....	37
2.2.5.	Ubicación taxonómica del cultivo de papa	38
2.2.6.	Descripción botánica de la papa.....	39
2.2.6.1.	Raíz	40
2.2.6.2.	Tallo	40
2.2.6.3.	Estolón	41
2.2.6.4.	Tubérculo	41
2.2.6.5.	Brote.....	42
2.2.6.6.	Hoja.....	43
2.2.6.7.	Flor e inflorescencia.....	43
2.2.6.8.	Fruto y semillas.....	44
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	45
2.3.1.	Caracterización y evaluación	45
2.3.2.	Caracterización y uso de descriptores en papa.....	45
2.3.3.	Análisis de Clúster Jerárquico.....	45



2.3.4. Dendrograma.....	46
2.3.5. Cruzas de papa	46
2.3.6. Evaluación agronómica de progenies provenientes de cruzas de papa ...	46
2.3.7. Papas con pulpa pigmentada	47
2.3.8. Progenie proveniente de cruzas.....	47
2.3.9. Progenie.....	47
2.3.10. F1.....	47
2.3.11. Semilla sexual de la papa	47
2.3.12. Carácter	48
2.3.13. Carácter cuantitativo	48
2.3.14. Carácter cualitativo	48
2.3.15. Selección	48
2.3.16. Plantas representativas	48

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO.....	49
3.2. UBICACIÓN POLÍTICA.....	49
3.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	49
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
3.4.1. Población.....	50
3.4.2. Muestra.....	50
3.5. MATERIALES.....	51
3.5.1. Material genético.....	51
3.5.2. Materiales del laboratorio.....	53
3.5.3. Materiales de invernadero	53



3.5.4.	Materiales de escritorio	54
3.5.5.	Programas informáticos.....	55
3.6.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	55
3.6.1.	Tipo de investigación	55
3.6.2.	Diseño de investigación	55
3.7.	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	56
3.7.1.	Instrumentos para la variable Caracterización morfológica.....	57
3.7.2.	Instrumentos para la variable Evaluación agronómica	59
3.8.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	61
3.9.	ANÁLISIS DE CLÚSTER JERÁRQUICO EN LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE PAPA.....	62
3.10.	METODOLOGÍA DE CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
3.10.1.	Etapa de Laboratorio	63
3.10.2.	Etapa de Invernadero.....	63
3.10.2.1.	Trasplante de las plántulas germinadas con hojas cotiledonales	64
3.10.2.2.	Aporques	65
3.10.2.3.	Riegos.....	65
3.10.2.4.	Colocación de tutores o guías	65
3.10.2.5.	Presencia Plagas y enfermedades en la parcela experimental...	66
3.10.2.6.	Cosecha	68
3.10.2.7.	Almacenamiento y conservación	68
3.10.2.8.	Tubérculillos (tubérculos baby) para la fase siguiente.....	69



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	RESULTADOS DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS	70
4.1.1.	Descriptores vegetativos de la papa	70
4.1.1.1.	Hábito de planta	70
4.1.1.2.	Color de tallo.....	72
4.1.1.3.	Forma de alas de tallo	74
4.1.1.4.	Disección de la hoja	76
4.1.1.5.	Número de folíolos laterales	77
4.1.1.6.	Número de interhojuelas entre folíolos laterales.....	78
4.1.1.7.	Número de interhojuelas sobre los peciolulos	79
4.1.1.8.	Forma del folíolo terminal	81
4.1.1.9.	Forma de corola de la flor	83
4.1.1.10.	Color predominante de la flor	85
4.1.1.11.	Intensidad del color predominante de la flor	87
4.1.1.12.	Color secundario de la flor	88
4.1.1.13.	Distribución del color secundario de la flor.....	89
4.1.3.	Descriptores del tubérculo.....	90
4.1.3.1.	Análisis de Clúster - Jerárquico	90
4.1.3.2.	Progenies con pulpa pigmentada.....	97
4.1.3.3.	Forma general del tubérculo	99
4.1.3.4.	Variante de la forma del tubérculo.....	100
4.1.3.5.	Profundidad de los ojos del tubérculo.....	101
4.2.	RESULTADOS DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS	101
4.2.1.	Descriptores agronómicos de la papa.....	101



4.2.1.1. Diámetro de tallo y altura de planta	108
4.2.1.2. Progenies seleccionadas para la segunda fase.....	112
V. CONCLUSIONES.....	115
VI. RECOMENDACIONES.....	116
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
ANEXOS.....	126

Área : Ciencias agrícolas

Tema : Manejo agronómico de cultivos

Fecha de sustentación: 12 de diciembre del 2024.



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Material en estudio de las progenies utilizados, con sus respectivos padres o progenitores.....	52
Tabla 2 División de la variable Caracterización morfológica de progenies provenientes de cruzas de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) con pulpa pigmentada.....	58
Tabla 3 Evaluación agronómica de progenies provenientes de cruzas de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) con pulpa pigmentada	60
Tabla 4 Hábito de crecimiento de las plantas.....	70
Tabla 5 Color de tallo.....	72
Tabla 6 Forma de alas de tallo	74
Tabla 7 Número de foliolos laterales	77
Tabla 8 Forma del foliolo terminal	81
Tabla 9 Forma de corola de la flor.....	83
Tabla 10 Color predominante de la flor	85
Tabla 11 Intensidad del color predominante de la flor	87
Tabla 12 Color secundario de la flor.....	88
Tabla 13 Distribución del color secundario de la flor.....	89
Tabla 14 Progenies seleccionadas para la segunda fase	113
Tabla 15 Las 46 progenies con los progenitores correspondientes, el número de semillas empleadas por cada una, así como la fecha de instalación para su germinación.....	131
Tabla 16 Número de tuberculillos por progenie, y peso acumulado por progenie de cinco plantas representativas seleccionados	133



Tabla 17	Progenies seleccionadas por su rendimiento y presencia de pigmentación en la pulpa.....	134
Tabla 18	Promedio del diámetro del tallo y de la altura de la planta.....	135



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Procedimiento de cruzas de papa	38
Figura 2 Morfología de la planta de papa	39
Figura 3 Partes del tubérculo de papa	42
Figura 4 Partes de la hoja de la papa.....	43
Figura 5 Ubicación del Centro Experimental FCA-EPIA invernadero del programa de papa.....	50
Figura 6 Trasplante de plántulas germinadas.....	64
Figura 7 Colocación de tutores en las plantas de papa	66
Figura 8 Presencia de <i>Mysus persicae</i> en las hojas y flores de la progenie	67
Figura 9 Presencia de <i>Tetranychus urticae</i> en las hojas de la planta	67
Figura 10 Presencia de polilla en los tuberculillos formando galerías irregulares	68
Figura 11 Hábito de crecimiento de las plantas	71
Figura 12 Color del tallo	72
Figura 13 Tipos de color de tallo	73
Figura 14 Forma de alas del tallo.....	74
Figura 15 Principales formas de las alas del tallo que presentaron las progenies evaluadas	75
Figura 16 Tipo de disección de la hoja	76
Figura 17 Número de folios laterales.....	77
Figura 18 Número de interhojuelas entre foliolos laterales	78
Figura 19 Presencia de dos pares de interhojuelas en las progenies estudiadas	79
Figura 20 Número de interhojuelas sobre los peciolulos.....	80
Figura 21 Presencia de interhojuelas sobre los peciolulos de la hoja	81



Figura 22	Forma del foliolo terminal.....	82
Figura 23	Forma del foliolo terminal.....	83
Figura 24	Forma de la corola de la flor.....	84
Figura 25	Color predominante de la flor.....	85
Figura 26	Variación de los colores predominantes en las flores de las progenies.....	86
Figura 27	Intensidad del color predominante de la flor.....	87
Figura 28	Color secundario de la flor.....	88
Figura 29	Distribución del color secundario de la flor.....	89
Figura 30	Dendograma de agrupamiento, considerando siete caracteres morfológicos (cualitativas) de 30 progenies seleccionados.....	92
Figura 31	Representación de las progenies según grupo con el método PCA.....	96
Figura 32	Variación de los colores de la pulpa pigmentada en las progenies.....	98
Figura 33	Forma general del tubérculo.....	99
Figura 34	Variante de la forma del tubérculo.....	100
Figura 35	Profundidad de los ojos del tubérculo.....	101
Figura 36	Dendograma de agrupamiento, considerando las características agronómicas cuantitativos tamaño de tubérculos rendimiento por progenie, número de tuberculillos de 30 progenies seleccionadas.....	103
Figura 37	Representación según características con el método PCA.....	106
Figura 38	Dendograma de agrupamiento considerando las características morfológicas cuantitativas diámetro del tallo y altura de planta para 30 progenies seleccionadas.....	108
Figura 39	Representación según características morfológicas con el método PCA.....	110
Figura 40	Medida del diámetro del tallo de papa.....	112



INDÍCE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Panel de fotografías de la ejecución del proyecto del trabajo de investigación	126
ANEXO 2 Resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas en el trabajo de investigación.....	131
ANEXO 3 Diámetro del tallo y de la altura de la planta.....	135
ANEXO 4 Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	136
ANEXO 5 Autorización para el depósito de tesis al repositorio institucional.	137



ACRÓNIMOS

AMMI	: Efectos Principales Aditivos E Interacción Multiplicativa
CIP	: Centro Internacional De La Papa
IGA	: Interacción Genotipo - Ambiente
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
%	: Porcentaje
g	: Gramos
cm.	: Centímetros
g.	: Grandes
m.	: Medianos
p.	: Pequeños
Fe.	: Hierro
Zn.	: Zinc
mm.	: Milímetros
EPIA	: Escuela Profesional De Ingeniería Agronómica
FCA	: Facultad De Ciencias Agrarias
UNA	: Universidad Nacional Del Altiplano
°C	: Grado Celsius
N*	: Numero De Muestra
UE	: Unión Europea
PCA	: Análisis de Componentes Principales



RESUMEN

La demanda actual requiere variedades de papa enriquecidas con micronutrientes debido a la alta incidencia de anemia en la población materno-infantil de los Andes. Por esta razón es crucial identificar, mediante mejoramiento genético progenies con pulpa pigmentada, para lo cual el objetivo de esta investigación fue determinar las características morfológicas y realizar la evaluación agronómica de 46 progenies de cruza de papa (*Solanum tuberosum* L.), con antecedentes de tener pigmentaciones en la pulpa, la investigación se realizó en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano en el Invernadero del Programa papa. Asimismo, la investigación que se ha desarrollado corresponde a un tipo de investigación básica en cuanto a caracterización morfológica y cuantitativa a través de evaluación agronómica, se utilizó instrumentos como fichas de descriptores mínimos de papa (*Solanum sp*) y la tabla de colores para la descripción de flores y tubérculos, con los siguientes resultados: Las 46 progenies de papa con pulpa pigmentada muestran una variabilidad considerable en sus rasgos morfológicos y agronómicos en donde se hallaron datos del hábito de crecimiento erecto, color del tallo verde, los colores dominantes de las flores blanco y lila, color predominante de la piel amarillo, color sobresaliente de la pulpa crema, las progenies con los códigos 517467 y 517417 con coloraciones en la pulpa violeta, 517409 presenta color morado distribuido en pocas manchas, mientras tanto las progenies 517486, 517452 y 517479 de color roja distribuido en anillo vascular, forma del tubérculo redondo, profundidad de los ojos medio, en la valoración agronómica en cuanto a rendimiento, gramos por progenie oscilan entre 2 g y 599 g.

Palabras clave: Caracterización morfológica, evaluación agronómica, *Solanum tuberosum* L.



ABSTRACT

The current demand requires potato varieties enriched with micronutrients due to the high incidence of anemia in the maternal and child population of the Andes. For this reason, it is crucial to identify, through genetic improvement, progenies with pigmented pulp. The objective of this research was to determine the morphological characteristics and carry out the agronomic evaluation of 46 progenies of potato crosses (*Solanum tuberosum* L.), with a history of having pigmentations in the pulp. The research was carried out at the facilities of the Professional School of Agricultural Engineering of the National University of Altiplano in the Potato Program Greenhouse. The research that has been developed corresponds to a type of basic research in terms of morphological and quantitative characterization through agronomic evaluation, instruments such as minimum descriptor cards of potato (*Solanum sp*) and the color table were used for the description of flowers and tubers, with the following results: The 46 potato progenies with pigmented pulp show considerable variability in their morphological and agronomic traits where data were found on the erect growth habit, green stem color, the dominant colors of the flowers white and lilac, predominant skin color yellow, outstanding color of the cream pulp, the progenies with codes 517467 and 517417 with violet pulp colors, 517409 has a purple color distributed in a few spots, while the progenies 517486, 517452 and 517479 are red in color distributed in a vascular ring, round tuber shape, depth of the average eyes, in the agronomic evaluation in terms of yield, grams per progeny range between 2 g and 599 g.

Keywords: Morphological characterization, agronomic evaluation, *Solanum tuberosum* L.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Hay una gran expectativa en torno al cultivo de papa con pulpa pigmentada debido a su alto contenido de carotenoides y polifenoles, que son antioxidantes naturales con posibles beneficios para la salud, como propiedades antibacterianas, antivirales, antiinflamatorias y anticancerígenas. En los últimos años, ha crecido el interés de los consumidores en estas papas debido tanto a sus beneficios antioxidantes percibidos como a su apariencia atractiva y novedosa (Palomino et al., 2014).

Actualmente, la papa es uno de los cultivos alimentarios más importantes por su alto contenido de carbohidratos y aminoácidos esenciales. Además, representa una fuente significativa de minerales como el magnesio (Mg), el potasio (K), el hierro (Fe) y el zinc (Zn) (Arcos, 2017).

En la región de Puno, la papa tiene una gran importancia económica y social, debido a su predominancia como cultivo y su papel esencial en la alimentación de la población. Sin embargo, los rendimientos son bajos debido a diversos factores que limitan la productividad, especialmente los climáticos. El cultivo de papa es muy vulnerable a heladas y sequías inesperadas, lo que ocasiona graves daños tanto en la cantidad como en la calidad de los tubérculos (Livisi, 2017). El estudio de la caracterización morfológica es el inicio para optimizar los cultivos y los programas de conservación. Se han empleado las características morfológicas para analizar la diversidad genética, reconocer plantas cultivadas y preservar los recursos genéticos (Quishpe, 2017)

También es necesario mejorar algunos rasgos importantes en variedades enfocadas a un objetivo comercial, como la madurez de la planta y los rasgos de calidad.



Se estima que la producción de papa es de 359 millones de toneladas por año en todo el mundo, cultivadas en 16,5 millones de hectáreas según FAO (2022). El tercer cultivo alimentario más importante después del trigo y el arroz, y el alimento no cereal más importante (Devaux et al., 2020). En la Unión Europea (UE), una parte importante de la producción de papas se transforma en papas fritas (chips en el Reino Unido), y almidón, en la UE se venden 9,40 millones de toneladas de productos procesados (Ruiz de Arcaute et al., 2022).

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las variedades de papa actualmente muestran una baja productividad y han disminuido su resistencia a plagas y enfermedades, lo que ha propiciado el uso excesivo de pesticidas. Esto provoca problemas en la salud de los consumidores y contaminan el entorno. Por esta razón, se propone la creación de nuevas variedades estables de alto rendimiento, alta calidad nutricional, gusto agradable (Palomino et al., 2014).

Tanto a nivel nacional como internacional, el mercado ha mostrado poco interés en las variedades de tubérculos con pulpa de color morado o rosado, así como en los beneficios nutracéuticos que estos ofrecen. Con el tiempo, la demanda se ha centrado exclusivamente en los tubérculos de pulpa blanca, los cuales no presentan aportes significativos desde el punto de vista propiedades nutricionales y antioxidantes (Ramirez, 2021)

Los programas de mejoramiento genético de la papa no consideraron las variedades nativas con pulpa pigmentada como padres en sus cruces, ya que los consumidores no mostraban interés en su coloración. No obstante, en la actualidad, estas variedades han cobrado relevancia debido a sus beneficios culinarios y nutricionales,



siendo cada vez más demandadas y promovidas como una opción alimenticia saludable, según (Tirado, 2021).

Es preciso investigar e iniciar la búsqueda de nuevas variedades a partir de progenitores con características de adaptación a las condiciones de altiplano, es necesario incrementar la variabilidad genética; realizar selecciones de progenies con mayor rendimiento y contenido de micronutrientes para alimentar a la población. Una manera de seleccionar con estas características deseables es distinguiendo, seleccionando y determinando los componentes de rendimiento (Ramirez, 2021).

Con el marco teórico de los antecedentes, la presente investigación busca iniciar un programa de mejoramiento, caracterizando inicialmente su morfología y caracteres agronómicos de 46 progenies de papa *Solanum tuberosum* L. que fueron establecidas en un invernadero para obtener información relevante que permita la continuidad de evaluaciones en la fase (F2) con las mejores progenies obtenidos en la (F1) de progenies de papa con pulpa pigmentada.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la caracterización morfológica y la evaluación agronómica de las 46 progenies de papa (*Solanum tuberosum* L.) provenientes de cruza de papa con pulpa pigmentada?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la caracterización morfológica de las 46 progenies de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada?



- ¿Cuál es la evaluación agronómica de las 46 progenies provenientes de cruzas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada?
- ¿Cuál de las progenies de papa presentan tuberculillos con pulpa pigmentada?

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Justificación teórica

Los resultados de esta investigación se justifican teóricamente, debido al aporte de conocimientos obtenidos con respecto a las variables estudiadas, caracterización morfológica de progenies provenientes de cruzas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada y evaluación agronómica de progenies provenientes de cruzas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada, ya sea de cada una o relacionadas entre sí.

1.3.2. Justificación metodológica

Los resultados de esta investigación se justifican metodológicamente, debido al aporte del proceso investigativo, es decir, la metodología empleada, la cual puede ser de utilidad y relevancia a otros investigadores que deseen profundizar en la línea de investigación con respecto a las variables aquí estudiadas, Caracterización morfológica y evaluación agronómica de progenies de papa con antecedentes de tener pulpa pigmentada.

1.3.3. Justificación práctica

Los resultados de esta investigación a nivel de la justificación práctica se basan en continuar con el proceso de mejoramiento de las progenies seleccionados



para pasar a un segundo nivel enfocándose más en tubérculos con pulpa pigmentada para la producción de papas de mayor calidad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Caracterizar morfológica y agronómicamente 46 progenies de papa (*Solanum tuberosum* L.) originadas de cruzamientos con pulpa pigmentada, a partir de semilla botánica

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la caracterización morfológica de 46 progenies de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada.
- Seleccionar progenies de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada.
- Seleccionar 46 progenies F1 de papa, que presenten el mejor comportamiento agronómico en términos de número de tubérculos y rendimiento.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

- Las 46 progenies de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada provenientes de cruza a partir de la semilla botánica presentan una variabilidad significativa en sus características morfológicas y agronómicas.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Behn et al. (2023) revelan en su artículo científico la Caracterización del contenido de fenólicos y antocianos relacionados con el análisis de la diversidad genética de *Solanum tuberosum* en el sur de Chile, establecieron que la papa era uno de los cuatro cultivos más importantes a nivel mundial que se originó en América del Sur a lo largo de los Andes en donde se ha encontrado la mayor diversidad de papas del mundo. El objetivo principal de su estudio fue evaluar 290 accesiones de *Solanum tuberosum* pertenecientes al grupo *Chilotanum*, utilizando un conjunto de marcadores moleculares y correlacionarlos con sus rasgos fenotípicos para uso futuro en programas de mejoramiento. Para ello analizaron 290 accesiones a través de 22 microsatélites específicos descritos anteriormente, correlacionándolos con el color de la pulpa y la piel del tubérculo, el contenido fenólico total y el contenido de antocianinas.

Orihuela (2018) llevó a cabo el análisis con el propósito de describir y valorar agronómicamente 36 variedades de papas nativas procedentes de diversas comunidades en el Altiplano Central de Bolivia, en la Estación Experimental de Patacamaya donde examino 7 variables cuantitativas (agronómicas) y 22 cualitativas (morfológicas) de las 36 papas nativas. Para la caracterización morfológica y agronómica utilizó el descriptor de papa sugerido por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), mientras que para el estudio de



las variables cuantitativas aplicó la estadística descriptiva (análisis de tendencia central y de dispersión) y dos de las técnicas más extendidas del Análisis multivariante, que son el análisis factorial (Análisis de componentes principales) y el análisis Clúster (agrupamiento). En este estudio registró el desempeño en las 36 papas nativas evaluadas, obtuvo la papa Achacara con el rendimiento más alto; 5.205 tn/ha, mientras que la chilena imilla alcanzó el rendimiento más bajo con 1.621 tn/ha. Al concluir la evaluación, se identificaron 4 grupos de papas nativas con similitudes cualitativas. El primer grupo incluyó 13 diferentes papas, el segundo con 6, el tercero con 11 y finalmente el cuarto grupo con 6 papas nativas distintas. La única característica cualitativa en la que los 4 grupos coincidieron fue en la forma de la hoja, mostrando una forma diseccionada, otra particularidad fue el color de la carne del tubérculo: en el primero, tercero y cuarto grupo predominó el color blanco, mientras que en el segundo grupo prevaleció el color crema.

Krystyan et al. (2022) en su artículo científico sobre la Comparación de parámetros físico-químicos y propiedades reológicas del almidón aislado de papa coloreada (*Solanum tuberosum* L.) y papa amarilla, establecieron como objetivo comparar varios parámetros fisicoquímicos y propiedades reológicas del almidón de tubérculos de pulpa clara y de color (rojo y morado), incluido el contenido de amilosa y compuestos no carbohidratos. No hubo diferencias en el contenido de proteínas y grasas, sin embargo, los almidones de tubérculos de pulpa coloreada contenían una mayor cantidad de cenizas en comparación con las variedades de pulpa clara. Las pastas de almidón obtenidas de papas de pulpa coloreada exhibieron una viscosidad máxima más alta que aquellas con pulpa clara.

Riveros et al. (2022) en su artículo científico descubriendo la diversidad de antocianinas en variedades locales de papa (*Solanum tuberosum* L.) usando



RNA-seq, establecieron que la papa era la tercera fuente de antioxidantes en la dieta humana, después del maíz y el tomate. Las papas autóctonas tenían contenidos especialmente diversos de compuestos antioxidantes, como las antocianinas. Específicamente, se analizó los transcriptomas y el contenido de antocianinas de tubérculos de 37 variedades locales con diferentes coloraciones, realizó un análisis de expresión diferencial entre papas con diferentes coloraciones y utilizó análisis de redes de correlación ponderada para identificar genes cuya expresión está correlacionada con el contenido de antocianinas en todas las variedades locales. Además, encontró que el 60% de los genes identificados en estudio estaban ubicados dentro de Quantitative Trait Loci (QTL) de antocianinas. Finalmente, identificaron nuevas enzimas candidatas y factores de transcripción que podrían haber impulsado la diversificación de las antocianinas. Los resultados indicaron que muchos genes biosintéticos de antocianinas fueron manipulados en el mejoramiento ancestral de la papa y podían usarse en futuros programas de mejoramiento.

Travina (2021) en su artículo científico Revelando el potencial de las variedades de papa con pulpa coloreada en las condiciones de la región de Murmansk, (Rusia), donde estableció una colección de 15 variedades de patatas, las cuales se estudiaron en el norte del Ártico. Todas las accesiones estudiadas demostraron propiedades antioxidantes e idoneidad para la nutrición dietética y terapéutica.

Palumbo et al. (2019) en su artículo científico sobre Análisis de diversidad de recursos genéticos de papa utilizando rasgos morfológicos y marcadores moleculares, establecieron que la papa era uno de los cultivos de mayor influencia a nivel mundial, y Colombia era el mayor exportador de papa criolla o diploide.



La Universidad Nacional de Colombia que había desarrollado variedades de nuevas papas diploides con altas propiedades antioxidantes y pulpa coloreada: Primavera, Paola, Violeta, Milagros y Paysandú. El objetivo de esta investigación fue caracterizar y evaluar la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas de la papa cruda cv primavera durante el almacenamiento a 4 °C. Utilizó papa variedad Primavera cultivada en Santa Elena, Antioquia, durante la temporada mayo-agosto 2016. Las propiedades evaluadas fueron la capacidad antioxidante se utilizaron las técnicas 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH), (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) (ABTS) para los compuestos fenólicos (método Folin-Ciocalteu), humedad, textura en tubérculo entero y rodajas y colorear la pulpa (CIELAB). Las muestras se almacenaron en bolsas a una temperatura constante de 4 °C y se evaluaron durante cero, siete, catorce, veintiuno y treinta días.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ignacio et al. (2022) en su investigación sobre la caracterización morfológica de papas nativas (*Solanum tuberosum* L.), con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental para analizar los descriptores morfológicos y agronómicos, así como el contenido de almidón de cultivares de papa nativa infrautilizados, y recogieron los datos de veintidós cultivares de papa nativa, utilizando 31 descriptores, donde examinaron mediante estadística descriptiva, análisis multivariante y análisis de la varianza. Los cultivares analizados se dividieron en tres grupos fenotípicos distintos: el primero, formado por nueve cultivares caracterizados por un tamaño medio y un periodo vegetativo intermedio; el segundo, formado por siete cultivares principalmente tardíos; y el tercero, formado por cinco cultivares con características morfológicas más



variadas. Los resultados de la investigación sugieren profundizar en la caracterización de elementos nutricionales, como minerales, polifenoles y carotenoides, para crear productos de patata nativa que satisfagan las necesidades actuales de la sociedad.

De la Cruz (2021) en su investigación sobre homologación de papas nativas cultivadas en Huánuco para la implementación de un banco regional de germoplasma, estableció como objetivo caracterizar morfológicamente 556 muestras de papa nativa tomadas de la región de Huánuco. Para ello, realizó una caracterización de los tubérculos detallando el color primario y su intensidad, el color secundario y su distribución, la profundidad de los ojos, los colores primario y secundario de la pulpa y la cantidad de ojos en el tubérculo. Posteriormente, plantaron, para observar las partes vegetativas y reproductivas de la planta con 16 caracteres (conectividad de la hoja, color del tallo, forma del ala, forma de la corola, colores primario y secundario de la flor, distribución del color secundario). A partir de los datos de la caracterización y del análisis estadístico de agrupación, se identificaron 337 morfotipos diferentes. En este conjunto, el 30,26% mostraba tinción secundaria en la pulpa y el 27,45% poseía tinción en el anillo vascular ancho, con un 34,31% en el anillo vascular y la médula. El análisis homólogo reveló 73 morfotipos (21%) como homólogos de un conjunto anterior y un 9% de morfotipos como posibles homólogos. Además, se identificaron ciertas variables morfológicas que demostraron menos estabilidad y dieron lugar a las distinciones. Estas variables incluían la disectividad de las hojas, el color del tallo, la presencia de alas, el grado de floración, la intensidad del color de la flor y el color del cáliz, que son responsables del 32% al 64% de las diferencias.



García (2021) en su investigación Morfología y concentración de Hierro y Zinc en tubérculos de clones avanzados de papas nativas (*Solanum spp.*) en Cusco, analizó cuarenta clones de papas nativas biofortificadas del banco de germoplasma del INIA Cusco, evaluando sus características morfológicas y sus concentraciones de Hierro y Zinc. Utilizó el manual de Descriptores Mínimos de la Papa (*Solanum spp.*) del INIA para distinguir la variada morfología de las papas nativas. Las características más notables que dieron lugar a variabilidad fueron el color del tallo, el color de la flor secundaria, la forma de la corola de la flor, la forma del foliolo terminal, el color de la piel, la pulpa, y la forma del tubérculo. Los resultados mostraron que el color de piel más frecuente era el negruzco, con el violeta y el blanco como colores de carne predominante y secundario respectivamente, así como la forma oblonga del tubérculo. Además, la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica reveló que los clones 13 y 26 tenían las concentraciones más altas de hierro y zinc, 183 mg.kg⁻¹ y 44 mg.kg⁻¹ respectivamente, superando la concentración de otras variedades de patata nativas y comerciales. Se determinó que los clones 23 y 39 tenían los rendimientos más altos, de 22,9 t/ha cada uno.

Bautista (2023) en la comunidad campesina Matipacana del Distrito Yauli, de la Provincia y Región Huancavelica. Donde realizó la caracterización de hojas, tallos, flores y tubérculos utilizando 27 descriptores morfológicos, basándose en los criterios de evaluación para cada descriptor cualitativo. Las estadísticas descriptivas de las características morfológicas fueron registradas en los análisis, donde la mayor cantidad de hojas en las muestras examinadas mostraron entre cuatro y siete pares de foliolos primarios, siendo la muestra “qeqorani” la única que presentó siete pares. Respecto al color principal de las flores, se identificaron



los tonos violeta y morado, que constituyeron el 38.2 y 36.8 por ciento respectivamente. Las formas generales de los tubérculos fueron todas excepto la elíptica, siendo la forma más común la alargada. Las muestras que presentaban piel amarilla fueron las más abundantes; el 50% no exhibieron color secundario y los ojos de superficie fueron los más comunes. En los hallazgos del análisis multivariado, el dendograma creado a un nivel de distancia de 0.05 facilitó la identificación de 64 muestras distintas entre sí y dos pares de muestras con la mayor similitud, a pesar de que entre sí presentaron cuatro descriptores distintos. El Estudio de Componentes Principales (ACP) reveló que el color dominante de la piel y el color secundario de la pulpa del tubérculo son los mismos que el color dominante de la flor.

Tirado (2021) en su investigación sobre Evaluación y selección de clones de papas de pulpa pigmentada bajo condiciones ambientales de la Región Cajamarca, analizó diecinueve clones avanzados de patatas con pulpa pigmentada, junto con la variedad comercial Amarilis empleada como control, en dos sitios de producción de patatas en Cajamarca, Perú, durante un lapso de dos años. Se empleó el modelo de Efectos Principales Aditivos e Interacción Multiplicativa (AMMI) para examinar la interacción entre Genotipo y Medio Ambiente (IGA) y elegir clones con una elevada estabilidad de rendimiento y calidad comercial. El estudio combinado de la varianza mostró que el clon CIP 302281.25 presentaba el rendimiento comercial más alto en el primer entorno, con un promedio de 38,5 t/ha. En el entorno secundario, el clon CIP 302288.14 registró el rendimiento comercial más alto, alcanzando 37,4 t/ha. El clon CIP 302281.52 dominó el entorno tres, logrando 39,1 t/ha, mientras que el clon CIP 302280.23 logró el mayor rendimiento en el entorno cuatro, logrando 43,4 t/ha. El estudio de la



estabilidad en el desempeño detectó un 10% de clones estables. Se determinó que el clon CIP 302299.28, caracterizado por carne roja, crema y piel roja, poseía un IGA bajo, lo que indicaba un clon estable y de elevado rendimiento comercial con 31,8 t/ha y una escala de 2 en fritura.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Caracterización morfológica de progenies provenientes de cruces de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Inostroza et al. (2009) mencionan que la caracterización morfológica se refiere al estudio y descripción de las características físicas y estructurales de la planta.

En cuanto a la evaluación de papa con pulpa pigmentada, esto incluye la medición de la altura, la forma general de la planta, lo cual proporciona información sobre el vigor y la arquitectura del cultivo y análisis del tamaño, forma, margen, textura y color de las hojas, ya que estos parámetros pueden influir en la fotosíntesis y la resistencia a enfermedades (Tirado Lara y Tirado Malaver, 2018).

Como afirma Gómez (2004) que la descripción de la forma, color, tamaño y disposición de las flores es importante no solo para la identificación varietal, sino también para entender los mecanismos de polinización y fecundación por lo tanto el estudio de la forma, tamaño, color de la piel y color de la pulpa del tubérculo permite identificar características comerciales atractivas y diferenciadoras en el mercado, además la observación de vellosidades, estructura del tallo y ramificación contribuye a la comprensión de la adaptabilidad de la planta a diferentes condiciones ambientales y a su manejo agronómico.



Hernández (2013) sostiene que la caracterización morfológica es fundamental para identificar y clasificar diferentes variedades y determinar la variabilidad genética en el cultivo de papa, esta variabilidad genética es clave para la selección y mejoramiento de cultivos, ya que permite identificar individuos con características superiores que puedan ser utilizados en programas de mejoramiento genético.

La evaluación agronómica se refiere al análisis del comportamiento de la papa esta evaluación incluye la medición del rendimiento de tubérculos por planta o por unidad de área, considerando el peso total y número de tubérculos, este aspecto es crucial para determinar la productividad del cultivo y su viabilidad económica (Tene, 2024).

La evaluación agronómica permite determinar las mejores prácticas de cultivo y seleccionar tubérculos más prometedores para la producción comercial, enfocándose en características que mejoren la productividad y calidad del cultivo. Estas evaluaciones son esenciales para la toma de decisiones en el manejo del cultivo, incluyendo la elección de variedades, el diseño de sistemas de cultivo y la implementación de prácticas agronómicas adecuadas (Bautista, 2023).

La papa con pulpa pigmentada es de interés particular debido a los beneficios nutricionales y de salud asociados con los pigmentos, como los antioxidantes. Estos compuestos, presentes en la pulpa pigmentada, han demostrado tener efectos positivos en la salud humana, incluyendo la reducción del riesgo de enfermedades crónicas, además, los pigmentos pueden ofrecer ventajas adicionales en términos de propiedades sensoriales y valor añadido al producto final (Aparco, 2017).



Estos estudios combinados permiten seleccionar papas con características deseables, como alta productividad, resistencia a enfermedades y calidad nutricional mejorada. La incorporación de estas características en nuevas variedades puede contribuir a la diversificación del mercado y a la oferta de productos con beneficios adicionales para la salud (Ojeda 2019).

La caracterización morfológica de los recursos fitogenéticos implica la evaluación de un conjunto de rasgos mediante descriptores específicos para diferenciar taxonómicamente las plantas y algunas de estas cualidades pueden ser altamente heredables, visibles y constantes independientemente del entorno. Así pues, la caracterización es el paso inicial en los planes de mejora y conservación de los cultivos (Hernández 2013).

La caracterización morfológica también es una práctica ampliamente aceptada en silvicultura para reconocer con precisión las especies forestales con fines de gestión basándose en descriptores botánicos según Lamprech (1986).

Esta técnica no sólo es necesaria para comprender la fenología de las especies, sino también para optimizar los planes de mejora genética, ya que ayuda a evaluar el nivel de cambio fenotípico dentro de la especie y el potencial de determinados materiales genéticos (Guerrero 2010).

Para llevar a cabo una caracterización, es esencial estar familiarizado con la especie y fijar el objetivo de la caracterización. Además, Para determinar la variabilidad, es necesario emplear descriptores distintivos y realizar el experimento con un mínimo de cinco plantas por accesión o en lotes idénticos con dos repeticiones, a fin de disponer de datos más precisos para el análisis estadístico (UPOV 2004).



Hay que tener en cuenta el manejo del cultivo al seleccionar las variables morfológicas para la caracterización, ya que depende del cultivo que se evalúe. Por ejemplo, el lote de ensayo debe ser lo suficientemente grande como para permitir la extracción de plantas o partes de plantas para su medición y recuento sin interrumpir las observaciones posteriores hasta el final del ciclo de cultivo (Caro et al., 2012).

Los descriptores son características o atributos fáciles de medir, registrar o evaluar y se refieren a la forma, la estructura o el comportamiento de una accesión. Los descriptores permiten identificar cada accesión de forma práctica y fácil. Los descriptores más utilizados en las plantas son los de pasaporte, gestión, lugar y entorno, caracterización y evaluación (Hernández y Mendoza, 2018).

Los descriptores de caracterización son útiles para distinguir fenotipos, ya que suelen ser rasgos altamente heredables que pueden identificarse fácilmente a simple vista y expresarse de manera uniforme en todos los entornos (Tito y Hidalgo, 2003).

Los datos relacionados con el descriptor pueden dividirse en dos tipos: cualitativos y cuantitativos. Cuando se realiza una caracterización, se espera que las características visibles de una especie sean las mismas, sin embargo, en ciertos casos, no se expresan con la misma intensidad. Esta diferencia en la expresión del carácter se denomina estado del descriptor y se documenta mediante escalas de valores. Para hacer distinciones entre grupos, deben utilizarse variables morfológicas fiables para la caracterización. Éstas se recogen en las técnicas para la Descripción Varietal publicadas por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV 2004).



2.2.2. Papas con pulpa pigmentada

En Perú, el cultivo de papas con pulpa pigmentada presenta un alto valor científico y biológico. Estas variedades son cultivadas y preservadas en áreas limitadas por pequeños agricultores, y representan un recurso de interés para la industria del procesamiento debido a su elevado contenido de compuestos antioxidantes naturales. Estas papas pigmentadas podrían ofrecer beneficios adicionales para la salud en comparación con las papas (Tirado et al., 2020).

Las papas autóctonas de una región presentan una gran variedad de tamaños, formas y tonalidades. Por ejemplo, su piel puede ser amarilla, roja, rosa o morada. Los tonos crema, naranja y amarillo indican la presencia de carotenoides. Mientras, los tonos rosa, rojo, azul, malva y violeta se deben a la presencia de compuestos fenólicos, entre los que se encuentran las antocianinas. Estos compuestos fenólicos y carotenoides actúan como antioxidantes que capturan los radicales libres responsables de instigar el daño oxidativo en las células (Bianeth y Restrepo, 2013).

2.2.3. Importancia del consumo de papas

Por eso, consumir papas puede ser beneficioso en la prevención de enfermedades cardiovasculares, circulatorias, oncológicas y neurológicas. Además, esta revisión puso de relieve la concentración variable de compuestos fenólicos y carotenoides en las patatas, debido a numerosos factores, como el color del tubérculo, las condiciones ambientales de crecimiento, los procesos de cocción y las condiciones de almacenamiento (Bianeth y Restrepo, 2013).

La papa es un alimento básico en las zonas rurales alto Andinas donde los niños y mujeres en edad fértil consumen en promedio 300 g de papa al día en el



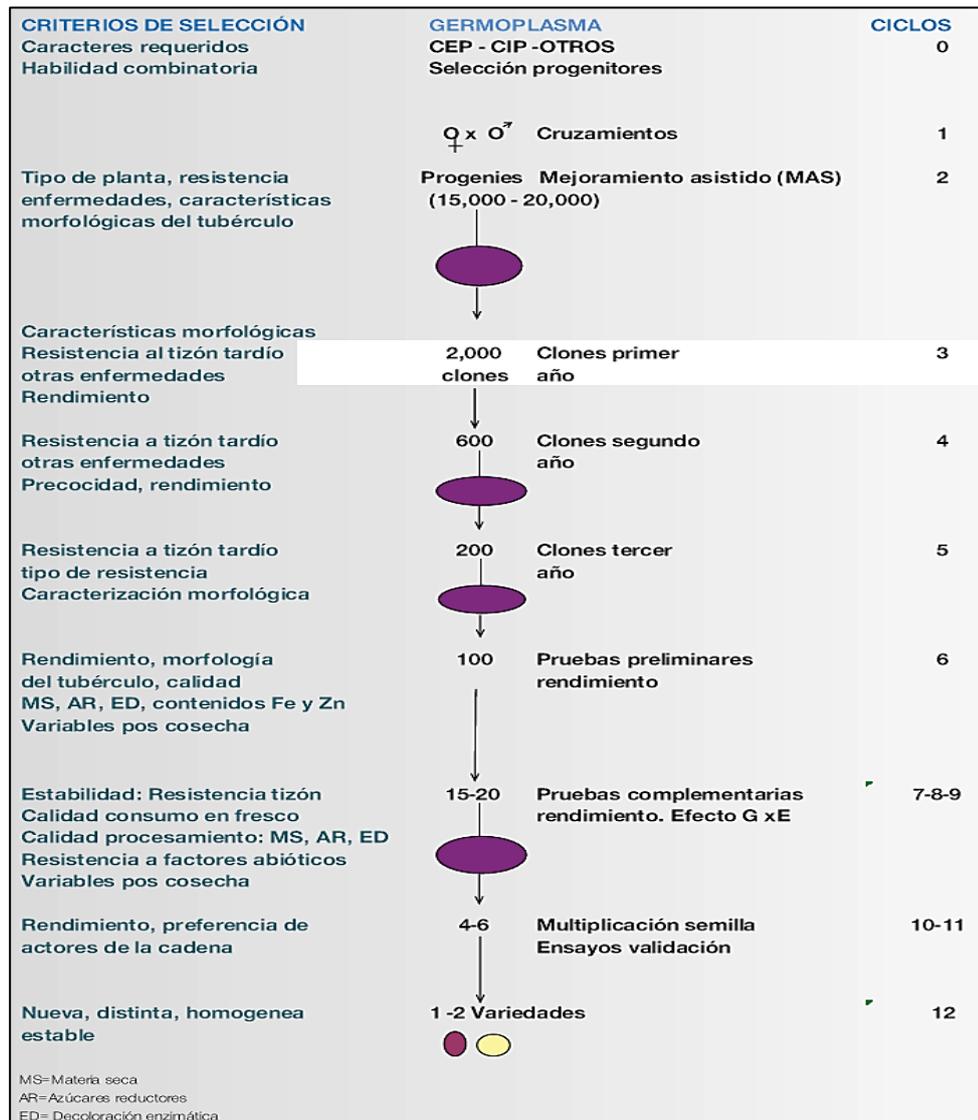
Perú aún se mantiene altos niveles de desnutrición materno-infantil ocasionando retraso del crecimiento, enfermedades diarreicas y sistema inmunitario débil en zonas rurales altoandinas teniendo problemas en el crecimiento y aprendizaje de los niños (Mestas, 2021).

2.2.4. Procedimiento de cruces de papas

Con la finalidad de una mejora genética, se establecen las cruces de papas, cuyo procedimiento implica los siguientes pasos: (a) selección de progenitores y cruzamientos; (b) siembra de progenies en invernadero y campo; (c) primera generación clonal; (d) pruebas preliminares en la Estación Experimental, € pruebas complementarias efecto genotipo x ambiente; (f) ensayos de validación; (g) liberación de la variedad; y (h) mantenimiento y multiplicación de la variedad (Cuesta et al., 2015)

Figura 1

Procedimiento de cruza de papa



Nota: Cuesta et al.(2015).

2.2.5. Ubicación taxonómica del cultivo de papa

De acuerdo con Engler citado por Mestas (2021) se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub-clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

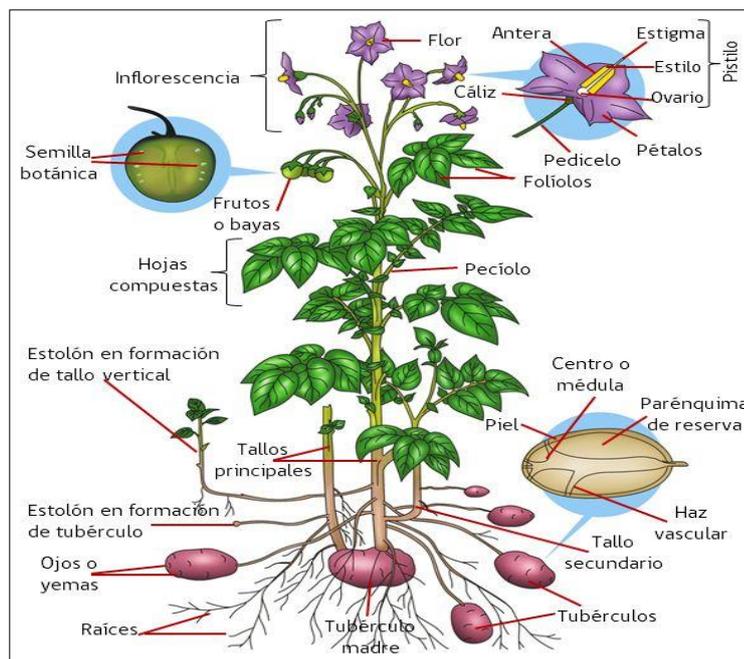
Especie: *Solanum tuberosum* L.

Nombre común: Papa, patata

Esta jerarquización sigue el sistema clásico de clasificación taxonómica, basado en características botánicas y morfológicas, y se ajusta a las normas establecidas por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

Figura 2

Morfología de la planta de papa



Nota: CIP (2018).

2.2.6. Descripción botánica de la papa

Esta descripción ofrece una visión global de las propiedades botánicas de la papa.

2.2.6.1. Raíz

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de semillas botánicas (semillas verdaderas) como de tubérculos utilizados como semilla vegetativa. Cuando se originan de una semilla botánica, inicialmente desarrollan una raíz axonomorfa delicada con ramificaciones laterales. Por otro lado, cuando crecen a partir de un tubérculo, primero generan raíces adventicias en la base de cada brote, y posteriormente, en los nudos situados en la parte subterránea del tallo (Araque et al., 2021).

El sistema radicular de la planta de papa es menos robusto que el de otros cultivos. El cultivo de papa requiere un suelo adecuado para el proceso de cultivo, el sistema radicular puede ser delicado y superficial o fibroso y profundo.

2.2.6.2. Tallo

El sistema de tallos de la papa está conformado por tallos principales, estolones y tubérculos. En las plantas que se desarrollan a partir de semillas verdaderas (semillas botánicas), se forma un único tallo principal. En contraste, las plantas provenientes de tubérculos-semilla pueden generar múltiples tallos (Huaman, 1986).

En un corte transversal, los tallos de la papa pueden presentar formas que varían entre circulares y angulosas. Con frecuencia, en las zonas angulares se desarrollan estructuras similares a alas o costillas, las cuales pueden ser rectas, onduladas o con bordes dentados. El color del tallo es generalmente verde, aunque en algunas ocasiones puede mostrar tonalidades marrón-rojizas o moradas (Huaman, 1986).



Otiniano (2017) menciona que la papa presenta tres tipos de tallos diferenciados: el aéreo, sobre el cual se desarrollan las hojas; los subterráneos, que incluyen los estolones; y los tubérculos. El tallo principal emerge a partir del brote del tubérculo semilla, y de este se originan tallos secundarios que surgen de las yemas ubicadas en los nudos.

2.2.6.3. Estolón

Los estolones de la papa, desde un punto de vista morfológico, son tallos laterales que se desarrollan horizontalmente bajo la tierra a partir de las yemas situadas en la parte subterránea de los tallos, las papas silvestres suelen tener estolones largos (Hanco, 2023).

Los estolones tienen la capacidad de formar tubérculos a través del engrosamiento de su extremo final. No obstante, no todos los estolones logran convertirse en tubérculos. Un estolón que no esté cubierto por tierra puede crecer como un tallo vertical con hojas normales (Hanco, 2023).

2.2.6.4. Tubérculo

Los tubérculos de papa son tallos modificados y actúan como los principales órganos de almacenamiento de almidón, carbohidratos y proteínas en la planta de papa. Cada tubérculo tiene dos extremos, el basal, que está unido al estolón y se llama talón, y el extremo opuesto, conocido como apical o distal (INIA, 2002).

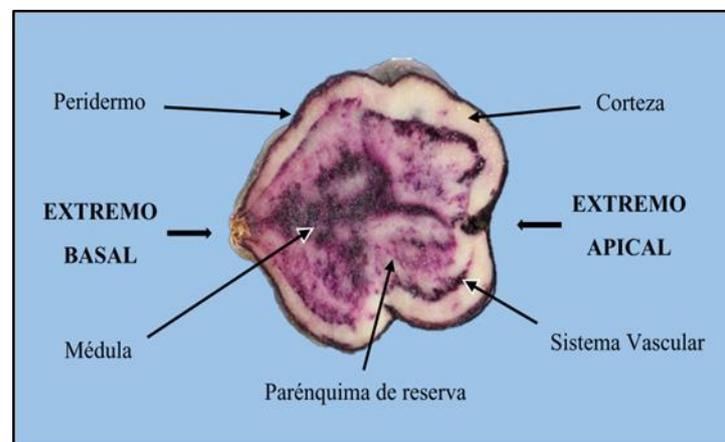
Los ojos se distribuyen en la superficie del tubérculo de manera espiral, concentrándose en el extremo apical y localizándose en las axilas de las hojas escamosas, conocidas como “cejas”. Según la variedad, las

cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas. Cada ojo alberga múltiples yemas (INIA, 2002).

Los ojos de la papa se corresponden con los nudos de los tallos; las cejas son equivalentes a las hojas, y las yemas en los ojos representan las yemas axilares. Estas yemas pueden desarrollarse para formar un nuevo sistema de tallos principales, laterales y estolones (INIA, 2002).

Figura 3

Partes del tubérculo de papa



Nota: Quispe Sucapuca (2019)

2.2.6.5. Brote

Los brotes se desarrollan en las yemas situadas en los ojos de la papa, y su color es una característica distintiva de la misma. En este sentido, la coloración puede variar desde blanco hasta un tono más oscuro en el extremo. Los brotes blancos, al estar expuestos al sol por periodos prolongados, adquieren un color verdoso (Hanco, 2023).

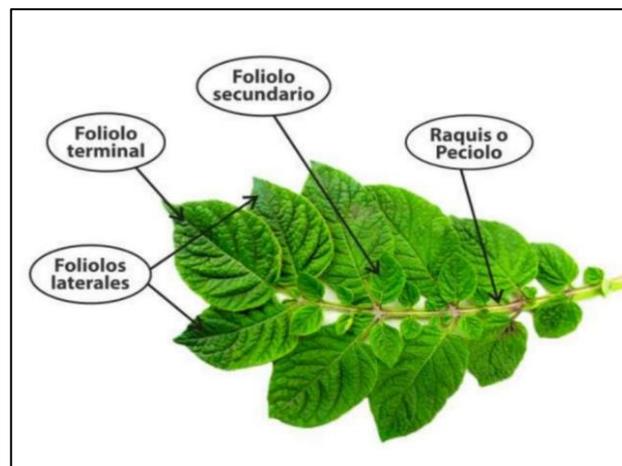
2.2.6.6. Hoja

Araque et al. (2021) indican que las hojas son alternas, por tanto, las hojas iniciales tienen una estructura simple, mientras que las siguientes son compuestas, imparipinnadas, con tres pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales, se encuentran hojuelas de segundo orden.

Las hojas son compuestas, con un rango de 7 a 9 folíolos, y su función principal es absorber y convertir la energía alimentaria en forma de azúcares y almidón (Huaman, 1986).

Figura 4

Partes de la hoja de la papa



Nota: Otiniano (2017).

2.2.6.7. Flor e inflorescencia

El pedúnculo de la inflorescencia suele dividirse en dos ramas, y cada una de estas se subdivide a su vez en otras dos. Así se forma una inflorescencia conocida como cimosa (Huaman, 1986).



De las ramificaciones de las inflorescencias emergen los pedicelos, cuyas puntas superiores albergan los cálices, cada pedicelo cuenta con una articulación en la que las flores o los frutos se separan del tallo mientras en algunas variedades cultivadas, esta articulación tiene un color distintivo. Las flores de la papa son bisexuales, es decir, poseen ambos sexos, y contienen las cuatro partes fundamentales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo (Huaman, 1986).

2.2.6.8. Fruto y semillas

Cuando el ovario es fertilizado, comienza a desarrollarse y se convierte en un fruto conocido como baya, que alberga varias semillas. Aunque el fruto suele tener forma esférica, en algunas variedades puede ser ovoidal o cónico. Por lo general, el fruto es verde, aunque algunas variedades cultivadas pueden presentar manchas blancas o pigmentadas, así como franjas o zonas coloreadas. La cantidad de semillas por fruto puede superar las 200, dependiendo de la fertilidad de cada cultivar, y se distingue de los tubérculos-semillas utilizados para la producción (Mestas, 2021).

Las semillas son pequeñas, planas y ovaladas, con un rango de 1,000 a 1,500 semillas por gramo. Se les llama “semillas verdaderas” o “botánicas” para diferenciarlas de los tubérculos-semillas. El fruto es una baya que se forma del ovario, y dentro de ella, la semilla sexual es el óvulo fecundado maduro capaz de generar una nueva planta productiva si se cultiva adecuadamente (Otiniano, 2017).



2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Caracterización y evaluación

La caracterización consiste en detallar las características de las plantas, tales como su tamaño, forma y color, así como sus hojas, flores o frutos. En cambio, la evaluación consiste en medir y examinar el rendimiento y la calidad de los cultivos sin realizar valoraciones, simplemente recolectando datos imparciales. Ambos procedimientos son complementarios (Orihuela, 2018).

2.3.2. Caracterización y uso de descriptores en papa

La caracterización implica recopilar datos principalmente cualitativos para describir y diferenciar entradas o accesiones de la misma especie. Las características de las plantas (altura, forma, habito de crecimiento, ramificaciones), la forma de la hoja (forma, color, tipo de borde y nervaduras), la flor (forma, color y tipo de cáliz), el fruto (forma, color, volumen y número de semillas por fruto), la semilla (tamaño, forma y color) y las partes subterráneas (tamaño, forma y color) son los principales datos para la caracterización (Tapia, 2017).

2.3.3. Análisis de Clúster Jerárquico

El análisis de clúster jerárquico es un método estadístico utilizado para agrupar objetos similares de manera jerárquica, basándose en sus características o atributos. Es ampliamente utilizado en análisis de datos, agronómicos, biología y marketing, psicología, entre otros campos. Este tipo de análisis se diferencia de otros enfoques de clúster porque genera una estructura jerárquica (un árbol o

dendrograma), que permite visualizar cómo se agrupan los elementos a medida que se combinan de acuerdo con su similitud (Orihuela, 2018)

El objetivo del análisis de Clúster Jerárquico es agrupar las variedades de papa que comparten características similares, de modo que los grupos formados presenten una alta homogeneidad interna (dentro de cada grupo) y una considerable diferencia externa entre los distintos grupos (Orihuela, 2018).

2.3.4. Dendrograma

El dendrograma es una representación visual del proceso de fusión o división de clústeres en un análisis jerárquico. En este gráfico, los clústeres se representan como ramas, y la altura de la fusión refleja la distancia o disimilitud entre los clústeres fusionados. Los dendrogramas son herramientas útiles para identificar la estructura subyacente de los datos y determinar el número óptimo de clústeres (Everitt et al., 2011).

2.3.5. Cruzas de papa

Apareamiento intencionado de dos individuos distintos que produce una progenie que posee determinados rasgos genéticos pertenecientes a cada progenitor según (Descriptores en Ciencias de la Salud, 2023).

2.3.6. Evaluación agronómica de progenies provenientes de cruzas de papa

El procedimiento experimental consiste en establecer varias progenies derivadas de cruces de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada en una misma ubicación y condiciones ambientales, bajo un manejo agronómico uniforme y con la misma densidad de siembra (Gómez, 2004).



2.3.7. Papas con pulpa pigmentada

Los tejidos internos del tubérculo contienen pigmentos de colores amarillos, rojos o morados con diferentes grados de intensidad, estas variedades de papa son una excelente fuente de antocianinas, lo cual podría ser relevante tanto para su selección como para su consumo, debido a su coloración (Tirado, 2021).

2.3.8. Progenie proveniente de cruzas

Sistema en el que se cruzan individuos de sexos opuestos para generar descendencia (FAO, 2003).

2.3.9. Progenie

La descendencia de una planta determinada o de una combinación de dos plantas (femenino y masculino) (FAO, 2003).

2.3.10. F1

La primera generación resultante del cruce de dos variedades parentales.

2.3.11. Semilla sexual de la papa

La semilla sexual de la papa, también llamada semilla verdadera o semilla botánica, se obtiene a través de la polinización de las flores de la papa con polen de otras plantas, lo que genera frutos o bayas que contienen alrededor de 200 semillas en su interior (López y Salomón, 2022).



2.3.12. Carácter

Se puede describir o medir un rasgo distintivo y normalmente variable, como el color, el tamaño o el rendimiento, que está expuesto por todos los individuos o por un grupo (FAO, 2003).

2.3.13. Carácter cuantitativo

Se refieren a características que pueden ser medidas y cuyos valores varían de manera continua, como la altura de una planta o la cantidad de hojas. Estas características están asociadas a cantidades y valores numéricos (FAO, 2003).

2.3.14. Carácter cualitativo

Son las cualidades que no pueden medirse numéricamente, pero que describen características observables, como el color de las flores, el color del tallo y otras propiedades visuales (FAO, 2003).

2.3.15. Selección

Elección de individuos o poblaciones que presentan caracteres deseables a fin de mejorar o alterar el genotipo medio de la población o de las poblaciones (FAO, 2003).

2.3.16. Plantas representativas

Son las que manifiestan los atributos de manera parecida a las demás, y siempre que sean las plantas menos enfermas (Vigoroso y de aspecto sano) (Gómez, 2004).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo el invernadero del programa de papa en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de ingeniería agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano en el Invernadero del Programa papa, durante la campaña agrícola 2022-2023.

3.2. UBICACIÓN POLÍTICA

Distrito : PUNO

Provincia : PUNO

Región: : PUNO

3.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Zona : 19 L

Este : 39032

Norte : 8250403

Altitud : 3841 m.s.n.m.

Figura 5

Ubicación del Centro Experimental FCA-EPIA invernadero del programa de papa



Nota. Elaboración propia en Google Earth.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población la constituyeron semillas botánicas de 46 progenies de papa provenientes de la Universidad de Wisconsin-Estados Unidos.

3.4.2. Muestra

La muestra es el conjunto de unidades seleccionadas para representar la población de interés (Gravetter y Wallnau, 2016). Al seleccionar una muestra, hay dos consideraciones principales: cuántas unidades debe haber en la muestra (tamaño de la muestra) y cómo se seleccionan estas unidades (métodos de muestreo) (Casteel y Bridier, 2021).

El muestreo aleatorio simple es un método estadístico en el que todos los elementos de una población tienen la misma probabilidad de selección. Esto asegura que cada combinación posible de elementos tenga las mismas posibilidades de formar un patrón (Casteel y Bridier, 2021).



En el ámbito de la agronomía, el muestreo aleatorio simple se aplica para valorar diferentes características de cultivos, suelos, o cualquier otro elemento vinculado con la producción agrícola, como plantas de un lote, parcelas dentro de un terreno o muestras de suelo de un predio.

3.5. MATERIALES

3.5.1. Material genético

Semillas botánicas 46 progenies de papa provenientes de la Universidad de Wisconsin-Estados Unidos se muestra en la Tabla 1, con sus respectivos progenitores.



Tabla 1

Material en estudio de las progenies utilizados, con sus respectivos padres o progenitores

N° de muestra	Código	Madre	Padre
01	517524	511124	706172(2539)
02	517556	509310.18	H3s163p1(2839)
03	517514	Amarillo Tumbay	706727(2566)
04	517410	Olonos	H3163p1(2837)
05	517436	509160.01	706172(2542)
06	517485	511582	H3s163p1(2839)
07	517467	509310.08	H35163p1(2837)
08	517417	304242	H3559p2(2835)
09	517466	513501	H3559p2(2835)
10	517409	706727.2566	511121(1)
11	517506	511242	H3s16381(2839)
12	517425	Yungay	706727(2566)
13	517552	509160.01	706727(2566)
14	517416	-	-
15	517478	509310.18	754417(2563)
16	517545	511188.11	703825(2557)
17	517486	507600.145	H3s16381(2839)
18	517452	Pat 12	706172(2539)
19	517487	-	-
20	517553	Yana Huayro	7061722539
21	517537	511220.6	H6s170ps(28369)
22	517418	Renacimiento	703912(2545)
23	517413	Renacimiento	706727(2566)
24	517434	703905.5272	303912(213)
25	517421	Unknow	H3s59p1(2834)
26	517479	-	-
27	517438	Clon azul	705454(2539)
28	517422	507130.4	703825(2527)
29	517544	511124.01	H6s170p5(2836)
30	517424	509160.01	H6s170ps(2836)
31	517419	303851.601	706172(2539)
32	517534	511116.5	706172(2539)
33	517498	507130.7	706172(2539)
34	517495	-	-
35	517517	511124	H3s163p1(2839)
36	517458	50111	704417(2563)
37	517533	503910.8	706172(2539)
38	517503	703415.2554	511124(ca)
39	517301	703365.2548	Clon azul
40	517525	507500.121	703825(2557)
41	517530	507130.7	H3s59p2(2835)
42	517305	303912.213	706727(2566)
43	517412	Azul509310(18)	706172(2542)
44	517411	Amarillo Tumbay	706172(2539)
45	517429	5091404.04	706172(2539)
46	517493	501120.46	705454(2539)

Nota: Universidad Wisconsin-Estados Unidos, selección aleatoria de la muestra.



La Tabla 1 presenta las progenies de papa en estudio, detallando códigos y progenitores (madre y padre) de cada progenie. Cada uno tiene un número de muestra y un código específico, con progenitores registrados mediante códigos individuales y a veces, una identificación adicional entre paréntesis. La progenie 01 (código 517524) tiene como madre al clon 511124 y como padre al clon 706172 (2539). El clon 02 (código 517556) tiene como madre al clon 509310.18 y como padre al clon H3s163p1 (2839). El clon 03 (código 517514) tiene como madre a Amarillo Tumbay y como padre al clon 706727 (2566). Algunas progenies no tienen datos de progenitores (e.g., progenie 14 con código 517416).

En síntesis, la tabla proporciona una visión detallada de las combinaciones genéticas utilizadas en las progenies de papa, información crucial para estudios de caracterización morfológica y evaluación agronómica, facilitando la selección de las mejores progenies para el mejoramiento del cultivo.

3.5.2. Materiales del laboratorio

- Guantes quirúrgicos
- Mandil
- Alcohol
- Cloro
- Barbijos
- Papel toalla

3.5.3. Materiales de invernadero

- Plástico



- Carrizos
- Cuaderno de campo
- Lapicero
- Lápiz
- Plumón indeleble
- Triplay
- Pintura
- Rafia de polipropileno
- Bolsas de papel
- Maderas
- Aspersor
- Picos
- Tijera
- Vernier
- Balanza digital
- Tablero
- Cámara fotográfica

3.5.4. Materiales de escritorio

- Laptop



- Plumones, lapiceros, lápiz y borrador
- Lista de descriptores mínimos de papa (*Solanum sp*) para el registro nacional de la papa nativa peruana
- Calculadora
- Papel bond A4
- Usb.

3.5.5. Programas informáticos

- Excel
- (SPSS) versión gratuita
- Software RStudio
- (Word) Redacción de tesis

3.6. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de esta investigación es cuantitativo y cualitativo.

3.6.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo básica descriptiva.

3.6.2. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es descriptivo.

Según Taherdoost (2022) el enfoque es el tipo de información que se busca en una investigación científica.



Según Lanka et al. (2021) en el enfoque cuantitativo, la investigación busca probar una teoría o una hipótesis que consta de variables que se miden con números y se analizan con estadísticas para determinar si la teoría explica o predice fenómenos de interés, por lo que el uso de un marco teórico solo sirve para explicar o dar sentido a los resultados de la investigación. La investigación cuantitativa tiene como objetivo predecir, medir y controlar fenómenos de interés mediante la identificación de variables relevantes y su medición.

Por lo general, implican el uso de muestras representativas con el objetivo de poder generalizar los resultados (Lanka et al., 2021).

Según Taherdoost (2022) en el enfoque cuantitativo se emplea valores numéricos derivados de las observaciones para explicar y describir los fenómenos que las observaciones pueden reflejar sobre ellos; se emplea tanto declaraciones empíricas, como declaraciones descriptivas sobre el significado de los casos en palabras reales, no sobre el deber de los casos y métodos. Finalmente, los datos numéricos recopilados se analizan utilizando métodos matemáticos.

El diseño experimental es un tipo de diseño que tiende a recoger los datos obtenidos de la realización de un experimento; es decir, la variable independiente es el experimento, el cual se manipula para probar su efecto en la variable dependiente, la cual es la única que se mide (Hernández y Mendoza, 2018).

3.7. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Los procedimientos, estrategias e instrumentos de datos nos facilitan la recolección, organización y análisis de información para el avance de nuestra investigación, cada uno posee un objetivo y nivel de especificidad distintos. el



instrumento que más empleamos para obtener los datos morfológicos y agronómicos fueron descriptores mínimos de papa, junto con dos tablas de colores, creado para describir las tonalidades en las flores y tubérculos del cultivo de la papa, con el fin de recopilar información sobre algunas partes de las plantas de papa y esquemas de distribuciones secundarias de colores para flores y tubérculos.

3.7.1. Instrumentos para la variable Caracterización morfológica

Ficha técnica:

Nombre:

- Descriptores para la Caracterización Morfológica de Progenies Provenientes de Cruzas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) con Pulpa Pigmentada.
- Hoja de Cálculos para Descriptores de Caracterización Morfológica de Progenies Provenientes de Cruzas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) con Pulpa Pigmentada.

Procedencia: Del texto Descriptores mínimos de papa (*Solanum sp*) para el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana, elaborado por Ministerio de Agricultura y Riego - Instituto Nacional de Innovación Agraria; Perú, 2016.

- Número de ítems: 23 ítems
- Tiempo de aplicación: No se precisa
- Tipo de escala: Cada ítem tiene su propia escala



Tabla 2

División de la variable Caracterización morfológica de progenies provenientes de cruzas de papa (Solanum tuberosum L.) con pulpa pigmentada

Dimensiones	Indicadores/Ítems
1. Descriptores vegetativos	1. Hábito de crecimiento de planta
	2. Color del tallo
	3. Forma de alas del tallo
	4. Tipo de disección de la hoja
	5. Número de folíolos laterales
	6. Número de interhojuelas entre folíolos laterales
	7. Número de interhojuelas sobre los peciólulos
	8. Forma del folíolo terminal
	9. Forma de la corola de la flor
	10. Color predominante de la flor
	11. Intensidad del color predominante de la flor
	12. Color secundario de la flor
	13. Distribución del color secundario de la flor
	14. Color predominante de la piel
	15. Intensidad del color predominante de la piel
	16. Color secundario de la piel
	17. Distribución del color secundario de la piel
2. Descriptores del tubérculo	18. Color predominante de la pulpa
	19. Color secundario de la pulpa
	20. Distribución del color secundario de la pulpa
	21. Forma general del tubérculo
	22. Variante de la forma del tubérculo
	23. Profundidad de ojos

Nota: Instituto Nacional de Innovación agraria – INIA.



3.7.2. Instrumentos para la variable Evaluación agronómica

Ficha técnica:

Nombre:

- Descriptores para la Evaluación Agronómica de Progenies Provenientes de Cruzas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) con Pulpa Pigmentada
- Hoja de Cálculos para Descriptores para la Evaluación Agronómica de Progenies Provenientes de Cruzas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) con Pulpa Pigmentada
- Número de ítems: 5 ítems

Población objetivo: Semillas botánicas de progenies de papa provenientes de la Universidad de Wisconsin-Estados Unidos.

Objetivo: Medir la variable Evaluación agronómica de progenies provenientes de cruzas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada.

Tabla 3

*Evaluación agronómica de progenies provenientes de cruzas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada*

Dimensiones	Indicadores/Ítems
1. Descriptores de evaluación agronómica de la papa	1. Número de tubérculos por progenie
	2. Tamaño de Tubérculos Grandes (g) Medianos (m) Pequeños (p)
	3. Diámetro del tallo en (mm)
	4. Altura de la planta (cm)
	5. Rendimiento peso acumulado por progenie en gramos

Nota: Instituto Nacional de Innovación agraria- INIA.

Primero, se examina el número de tubérculos por código, que evalúa la cantidad de tubérculos asociados a un código específico de la progenie.

También se clasifican los tubérculos según su tamaño en grandes (g), medianos (m) y pequeños (p). Esta clasificación permite entender mejor la distribución del tamaño de los tubérculos producidos.

El diámetro del tallo, medido en milímetros (mm) con un vernier digital y obtenemos información sobre la robustez del tallo, mientras que la altura de la planta se mide con un flexómetro, registrado en centímetros (cm) que nos proporciona datos sobre el crecimiento vertical de la planta todo esto se realiza cuando las plantas están en floración.

En el rendimiento se calcula el peso acumulado por progenie se calcula con una balanza digital con capacidad de cinco kilogramos, esto nos ayuda con la



obtención del peso combinado de todos los tuberculillos asociados a un código específico, permitiendo una evaluación de la productividad por progenie.

3.8. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Después de recopilar los datos en el campo, es necesario organizarlos en una base de datos en una computadora para que sea fácil de administrar, tan pronto como se haya terminado con la digitación, se revisa los datos originales con un listado de la base de datos computarizada.

Se caracterizaron las plantas con fichas de descriptores mínimos de papa (*Solanum sp*) para el registro nacional de la papa, elaborado por Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) y el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), la tabla de colores preparado Gómez (2009) para la descripción de flores y tubérculos de papa en 03 fases: La primera fase descripción vegetativo en donde se consideraron 13 descriptores esto se realizó en plena floración tomando como muestra cinco plantas representativas al azar de cada progenie, en esta parte de análisis de datos se tomaron en cuenta 41 progenies mientras que los cinco progenies no sobrevivieron después del trasplante, de la misma manera con los descriptores del tubérculo inmediatamente después de la cosecha considerando 10 descriptores cualitativos en donde se trabajó con 30 progenies que llegaron a tener tuberculillos mientras que los 16 progenies presenciaron problemas fitosanitarios, cortes, heridas, afectados por insectos, pudrición y otros que no consiguieron desarrollar tuberculillos, teniendo en cuenta que, para estas variables de evaluación agronómica se seleccionarán tubérculos saludables, de tamaño considerable y peso adecuado tal como lo indican Cahuana y Gonzales (2011) en la tercera fase, se llevó a cabo la caracterización agronómica de cinco descriptores cuantitativos. De estos, dos fueron evaluados durante la fase de madurez de la planta: altura y diámetro del tallo.



Para la evaluación de los tubérculos, se consideraron los siguientes descriptores: tamaño del tubérculo, número de tubérculos por progenie y rendimiento. Además, se seleccionaron las progenies con pulpa pigmentada, dada la relevancia del cultivo de papa en la seguridad alimentaria, tanto a nivel local en las regiones altiplánicas como a nivel nacional y mundial.

Gamboa (2019) menciona la posibilidad de registrar los datos morfológicos en formatos que muestren descriptores en columnas, para garantizar una toma de datos adecuados, se debe tener a mano una tabla que contenga todos los códigos de descriptores que se deben registrar, muchas veces es necesario recurrir a las figuras de ese descriptor que muestran variaciones en su forma hasta familiarizarse con las diferentes opciones.

3.9. ANÁLISIS DE CLÚSTER JERÁRQUICO EN LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE PAPA

Para examinar simultáneamente las variables morfológicas y variables agronómicas con el objetivo de identificar muestras con alta similitud, se utilizó una técnica de análisis multivariante. En este contexto, se aplicó el análisis de clúster, también conocido como análisis de conglomerados, para agrupar las muestras en función de su similitud y revelar patrones subyacentes en los datos. Este método organiza las muestras en grupos o clústeres basados en la proximidad de sus características (Everitt et al., 2011).

El resultado del análisis de clúster se visualizará mediante un dendrograma, una herramienta gráfica que muestra el proceso de agrupamiento en forma de árbol jerárquico (Murtagh y Legendre, 2014). El dendrograma ilustra cómo se agrupan las muestras a diferentes niveles de similitud y proporciona una representación visual de la fusión o división de clústeres a medida que se ajusta el nivel de corte. Esta representación es



crucial para determinar el número óptimo de clústeres y comprender las relaciones jerárquicas entre las muestras.

Para este análisis los procedimientos se realizaron utilizando el software RStudio, que ofrece herramientas avanzadas para implementar técnicas multivariadas y facilitar el análisis detallado de los resultados. El agrupamiento de las progenies se llevó a cabo utilizando el método Euclidiano que busca semejanza en un conjunto de datos. Ver en la Figura 30, a un nivel de distancia de 5.8, todas las muestras se agrupan en conjuntos. Este grupo engloba los datos de las progenies en estudio.

3.10. METODOLOGÍA DE CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.10.1. Etapa de Laboratorio

Las semillas botánicas de cada progenie fueron puestas en bandejas previamente esterilizadas, las cuales se lavaron con hipoclorito de sodio de 0.1% y posteriormente con alcohol de 70% y enjuagadas con agua destilada con la finalidad de retirar el exceso de hipoclorito de sodio, estas fueron llevadas a estufa a 20° - 25°C por 24 horas. seguidamente se colocó papel toalla en las bandejas y estas fueron humedecidas con agua destilada dónde permanecieron las semillas botánicas por un periodo de 10 a 15 días con temperatura controlada $\pm 25^{\circ}\text{C}$. posteriormente se realizó el acompañamiento diario con la finalidad de verificar la presencia de patógenos.

3.10.2. Etapa de Invernadero

Las plántulas con hojas cotiledonales obtenidas en el laboratorio fueron trasplantadas el 24 de agosto del 2022 de forma manual cuidadosamente.

3.10.2.1. Trasplante de las plántulas germinadas con hojas cotiledonales

Preparamos la parcela adecuadamente y regamos al momento del trasplante. Para reducir al máximo el estrés que pueden sufrir las plántulas al ser llevadas al terreno definitivo. Por lo tanto, la humedad del suelo durante los primeros días es muy importante para permitir un rápido establecimiento de las plántulas y evitar así la pérdida de ellas. Además, el tiempo transcurrido entre la remoción de las plántulas de las bandejas y la plantación en el terreno ha sido lo más corto posible.

Se marca la línea de plantación y se hacen pequeños agujeros en la línea de plantación a distancias apropiadas utilizamos palos de plantación u otras herramientas, mantenemos las raíces de las plántulas intactas y ordenadas, compactamos la tierra a su alrededor y regamos ligeramente con un aspersor. Esta etapa duró de 180 a 230 días, se evaluaron las características morfológicas, cualitativas y cuantitativas.

Figura 6

Trasplante de plántulas germinadas



Nota: invernadero del programa papa UNA-PUNO.



3.10.2.2. Aporques

Una vez que las plantas ya se han establecido en la parcela de investigación se hizo el primer aporque el 17/10/2022 para asegurar mejores condiciones para la zona radicular, este trabajo se realizó 54 días después del trasplante, y luego se realizó una segunda labranza el 09/12/2022 después de 53 días del primer aporque.

Los aporques son muy importantes porque ayudaron a nuestras plántulas a sostenerse mejor e influyeron en el número de tubérculos. Cada estolón permaneció enterrado esto se hizo para asegurar su producción y evitar que se transforme en tallo. Además, proporciona un mejor soporte para que las plantas se mantengan erectas.

3.10.2.3. Riegos

Durante los primeros días después del trasplante regamos con un pulverizador esto para no causar inundación y dejar que las plántulas desarrollen rápidamente sin daños, en cuanto las plántulas ya desarrolladas aplicamos riego empleando agua corriente proveniente de la pileta del invernadero de programa de papa con una manguera de acuerdo a la necesidad de las plántulas.

3.10.2.4. Colocación de tutores o guías

Colocamos tutores verticales (carrizos, palitos de madera, etc.) alrededor de cada plántula, de esta manera guiando las plantas y las mantengan erectas, lo que nos facilitó realizar las labores culturales.

Figura 7

Colocación de tutores en las plantas de papa



Nota: invernadero del programa papa UNA-PUNO.

3.10.2.5. Presencia Plagas y enfermedades en la parcela experimental

Pulgón (*Mysus persicae*). - Es el áfido del papa más ampliamente distribuido y el vector más importante de los virus de la papa. Normalmente, se alimenta de las partes inferiores de la planta de papa.

Figura 8

Presencia de (Mysus persicae) en las hojas y flores de la progenie

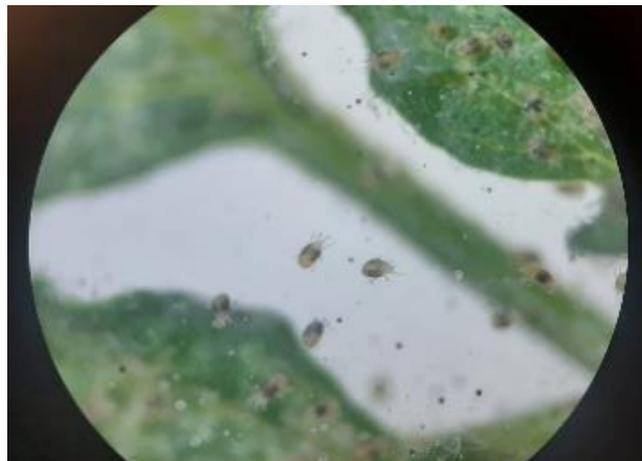


Nota: Invernadero programa de papa FCA-EPIA.

Arañita roja (*Tetranychus urticae*). - Viven debajo de las hojas, ya que son altamente sensibles a la radiación ultravioleta solar, Una característica común de las arañas rojas, especialmente en infestaciones severas, es la producción de telarañas en las superficies de las plantas.

Figura 9

Presencia de (Tetranychus urticae) en las hojas de la planta



Nota: Laboratorio de fitopatología FCA-EPIA.

Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*). - La polilla de la papa causo daño en el almacén, ya que las larvas ingresaron al tubérculo y se alimentaron formando galerías irregulares y llenaron de excremento.

Figura 10

Presencia de polilla en los tuberculillos formando galerías irregulares



3.10.2.6. Cosecha

Para la cosecha se suspendió el riego y se cortó el follaje 5 a 7 días antes de la cosecha, que se realiza a inicios del mes de marzo del año 2023 de 180- 230 días después del trasplante, Esta labor de eliminación de la parte aérea nos ayuda a que se formen bien la piel de los tubérculos y así evitar que se dañen o pelen.

3.10.2.7. Almacenamiento y conservación

Los tuberculillos cosechados sanas y limpias secas sin heridas se guardaron en condiciones ambientales adecuadas, para el almacenamiento se utilizó caja de cartón y se guardó hasta la siembra para la siguiente fase.



3.10.2.8. Tubércuillos (tubérculos baby) para la fase siguiente

Los tuberculillos seleccionados para la semilla, producidos a base de las progenies que resaltaron en comportamiento y presencia de pigmentación en la pulpa.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS

Para el estudio de las variables morfológicas y agronómica, se examinaron los datos mediante el análisis de la tabla de frecuencia, análisis de clúster con el propósito de detectar muestras con gran similitud que posibilitaron la creación de grupos de variedades basados en características compartidas, los hallazgos revelaron una notable variación en las variables en estudio.

4.1.1. Descriptores vegetativos de la papa

Estos descriptores son esenciales para la caracterización de variedades y el mejoramiento genético, ayudando a seleccionar las mejores plantas para distintas condiciones de cultivo.

4.1.1.1. Hábito de planta

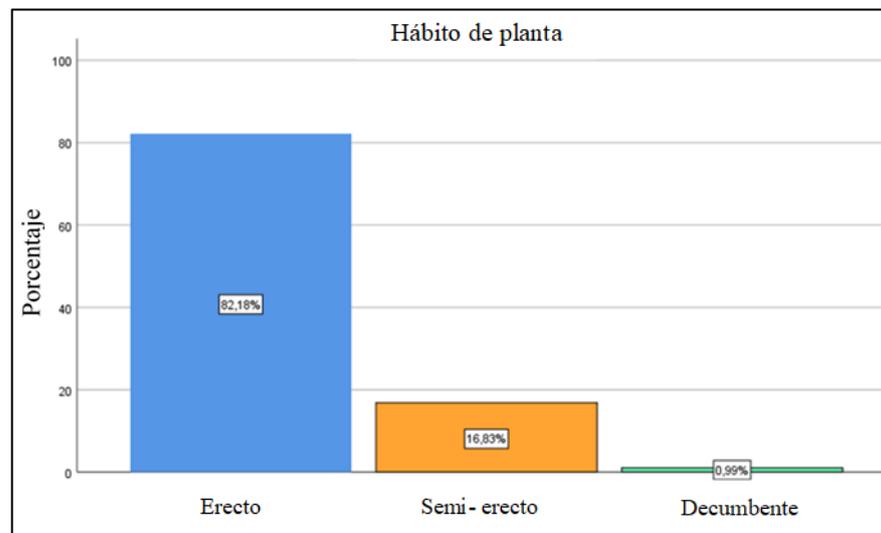
Tabla 4

Hábito de crecimiento de las plantas

Indicadores	N*	%
Erecto	166	82,2
Semi - erecto	34	16,8
Decumbente	2	1,0
Total	202	100,0

Figura 11

Hábito de crecimiento de las plantas



En la Tabla 4 y Figura 11 se muestran los resultados del hábito de planta. El análisis revela que el 82.18% de las muestras presentan un hábito de crecimiento erecto, se caracteriza por tener tallos que se orientan hacia arriba esto puede facilitar el manejo agronómico. De tal modo el 16.83% de las plantas exhiben un hábito semi-erecto, el resultado concuerda con lo que encontró Ojeda (2019) en su trabajo de investigación, en fin el 0.99% de las muestras presentan un hábito decumbente, sin embargo estos datos obtenidos en nuestra investigación son similares a los reportados por Gamboa (2019) por otro lado Huaman (1986) indica que los patrones de crecimiento de la papa varían entre las especies y dentro de cada especie, los patrones de crecimiento pueden ser erectos, arrosados, decumbentes y postrados.

4.1.1.2. Color de tallo

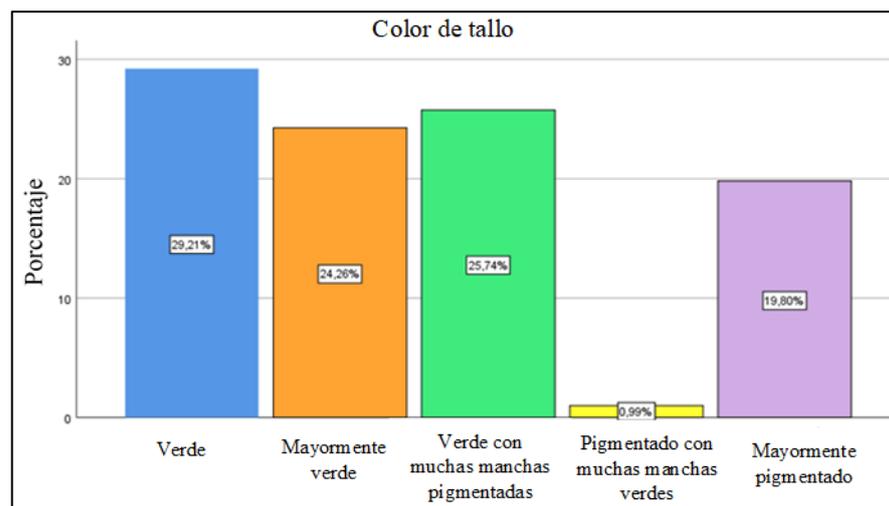
Tabla 5

Color de tallo

Indicadores	N*	%
Verde	59	29,2
Mayormente verde	49	24,3
Verde con muchas manchas pigmentadas	52	25,7
Pigmentado con muchas manchas verdes	2	1,0
Mayormente pigmentado	40	19,8
Total	202	100,0

Figura 12

Color del tallo



En la Tabla 5 y Figura 12, se muestran los resultados de la coloración del tallo. El 29.91% de las muestras presentan un tallo de color

verde, en contraste, Puma (2022) reportó en su investigación plantas con tallos de color verde con mayor frecuencia y menciona que el color es típicamente asociado con un contenido normal de clorofila. El 25.74% de las plantas tienen tallo verde con muchas manchas pigmentadas, por otro lado Gamboa (2019) revela con frecuencia el color de tallo verde con muchas manchas pigmentadas y menciona que esto es el resultante de la acumulación de compuestos fenólicos o antocianinas. De tal modo el 24.26% de las muestras presentan un tallo mayormente verde, estos datos encontrados en la presente investigación son mayores que reportados por (Ojeda, 2019). El 19.80% de las plantas tienen un tallo mayormente pigmentado esto puede indicar la presencia significativa de antocianinas u otros pigmentos que afectan el color, como afirman Inostroza et al. (2009) mencionando que el tallo normalmente es verde, aunque a veces puede ser marrón-rojizo o morado.

Figura 13

Tipos de color de tallo



4.1.1.3. Forma de alas de tallo

Tabla 6

Forma de alas de tallo

Indicadores	N*	%
Ausente	2	1,0
Rectas	160	79,2
Onduladas	12	5,9
Dentado	28	12,9
Total	202	100,0

Figura 14

Forma de alas del tallo

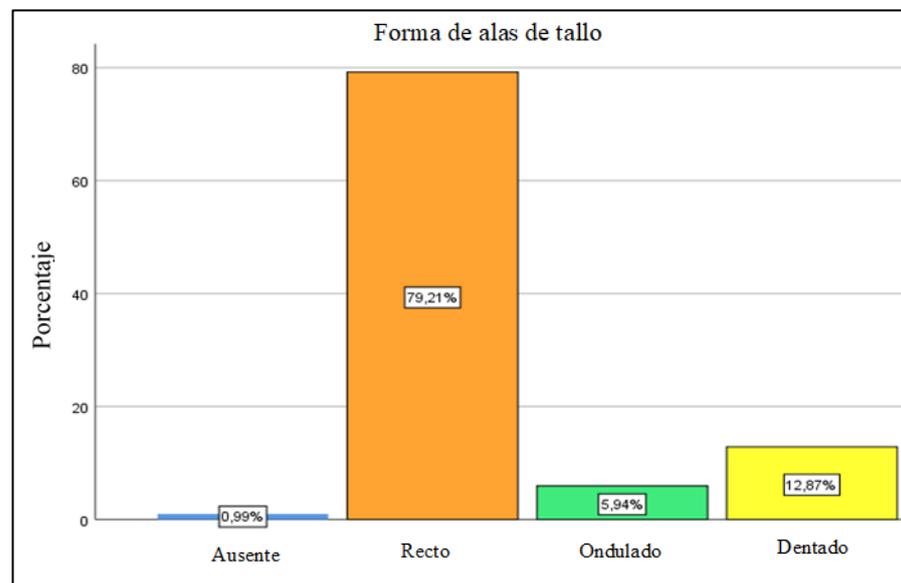


Figura 15

Principales formas de las alas del tallo que presentaron las progenies evaluadas



Nota: Gómez (2004).

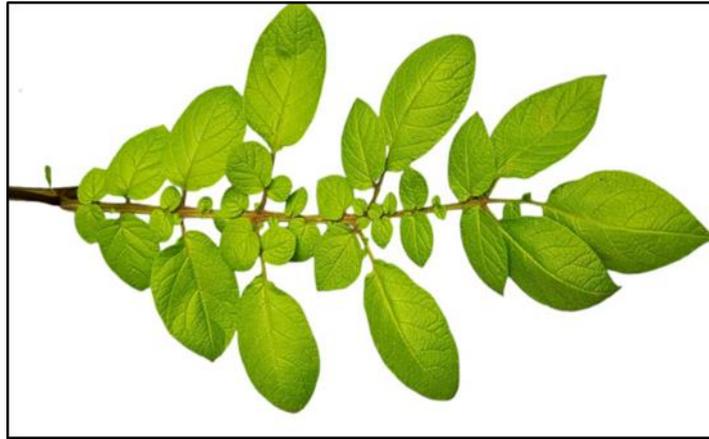
En la Tabla 6 y Figura 15 se muestran los resultados de la forma de alas del tallo. El 79.21% de las progenies presentan alas rectas, esta forma de alas se caracteriza por una disposición lineal o ligeramente extendida a lo largo del tallo, por lo tanto Bautista (2023) reporta con mayor frecuencia alas de borde recto lo que indica que hay una similitud en los resultados encontrados, a continuación el 12.87% de las muestras tienen alas de tallo dentadas, por otra parte Tene (2024) destaca en su trabajo de investigación que el más representativo fue la forma dentada este se caracterizan por una serie de proyecciones o muescas a lo largo de los bordes y puede influir en la resistencia de la planta a condiciones adversas, como el viento. El 5.94% de las progenies presentan alas de tallo onduladas que estas muestran una forma más irregular y curvada. Finalmente, el 0.99% de las muestras presentan ausencia de alas de tallo, en tal sentido Morales (2021) menciona que las costillas o las alas se forman con

frecuencia en los márgenes angulares de los tallos de la papa que pueden ser dentadas, rectas u onduladas.

4.1.1.4. Disección de la hoja

Figura 16

Tipo de disección de la hoja



En la Figura 16, se detalla el tipo de disección de la hoja en las progenies de papa con pulpa pigmentada. El 100% de las progenies evaluadas con tipo de disección disectada, Orihuela (2018) afirma que el 100% de las plantas evaluadas en su investigación son con hojas disectadas de igual manera Tene (2024) revela en su investigación con mayor frecuencia tipo de hojas disectadas y estas se caracterizan por la presencia de lóbulos profundos y claramente separados en el borde de la hoja, este tipo de hoja puede tener implicaciones funcionales en la planta, como una mayor superficie para la fotosíntesis, lo cual puede contribuir al rendimiento general y la salud de la planta. Sin embargo, Huaman (1986) manifiesta que las plantas generalmente son altas y muy vigorosas, las hojas son muy diseccionadas e insertadas en el tallo en ángulo agudo.

4.1.1.5. Número de foliolos laterales

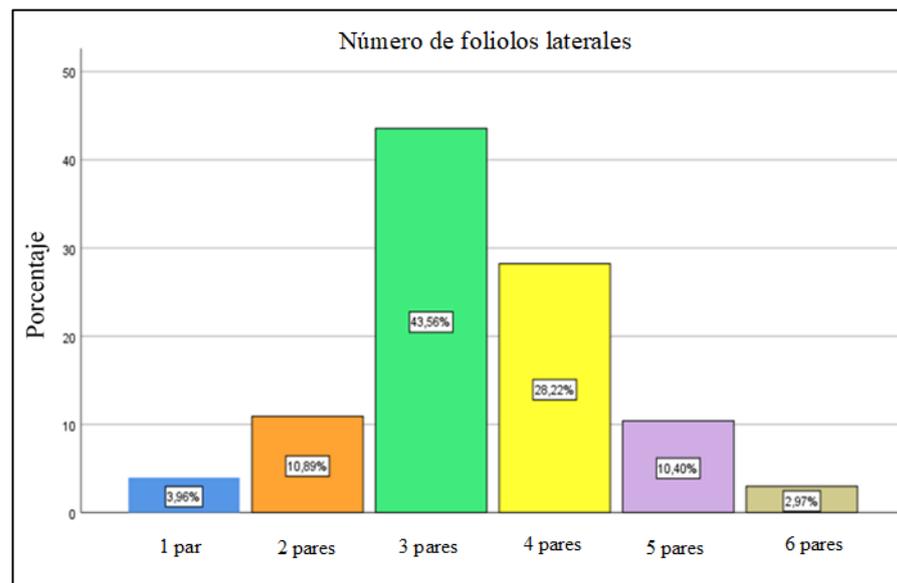
Tabla 7

Número de foliolos laterales

Indicadores	N*	%
1 par	8	4,0
2 pares	22	10,9
3 pares	88	43,6
4 pares	57	28,2
5 pares	21	10,4
6 pares	6	3,0
Total	202	100,0

Figura 17

Número de folios laterales



En la Tabla 7 y Figura 17, se presentan los resultados relacionados con el número de foliolos laterales. Los datos indican que el 43.56% de las

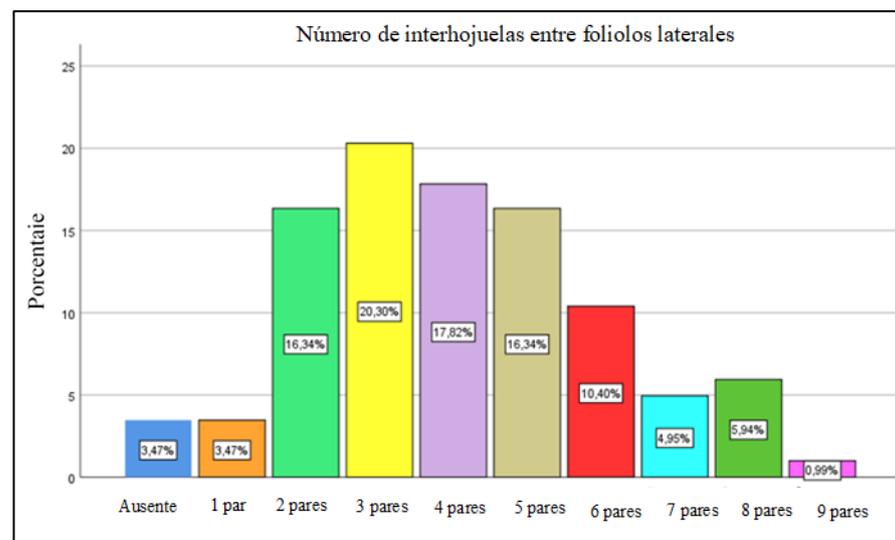
progenies presentan tres pares de folíolos laterales, Ojeda (2019) reporta datos similares en su trabajo de investigación. El 28.88% de las progenies tienen cuatro pares de folíolos laterales, por lo tanto los datos obtenidos en nuestra investigación son mayores que reportados por Gamboa (2019) por otro lado Bautista (2023) da a conocer muestras con cuatro, cinco, seis y hasta siete pares de folíolos.

4.1.1.6. Número de interhojuelas entre folíolos laterales

Se refiere a las estructuras que se encuentran entre los folíolos laterales de una hoja de papa.

Figura 18

Número de interhojuelas entre folíolos laterales

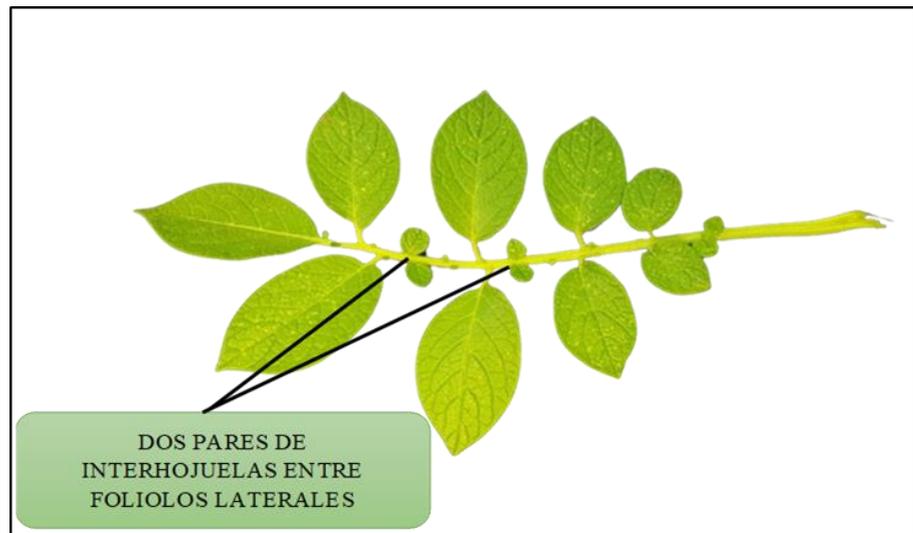


En la Figura 18 se presentan los resultados del número de interhojuelas entre folíolos laterales, de manera que muestra, el 20.30% de las progenies con tres pares de interhojuelas entre folíolos laterales, por lo tanto este hallazgo concuerda con los reportados por (Bautista, 2023); (Ojeda, 2019). El 17.82% de las progenies tienen cuatro pares de

interhojuelas. Asimismo, el 16.34% de las progenies muestran dos pares, con una distribución relativamente equilibrada entre ambos. En conjunto, estos resultados reflejan una amplia variabilidad en el número de interhojuelas entre folíolos laterales.

Figura 19

Presencia de dos pares de interhojuelas en las progenies estudiadas

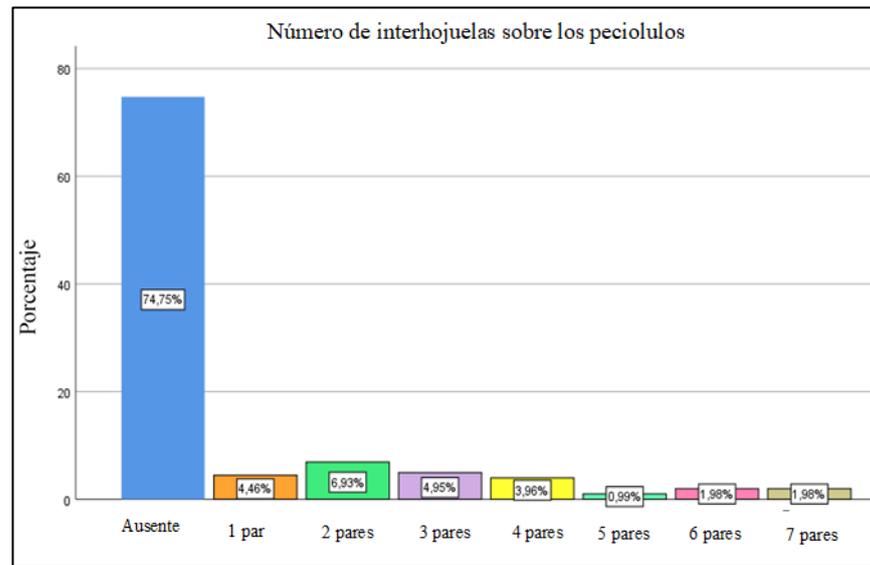


4.1.1.7. Número de interhojuelas sobre los peciolulos

Estos resultados indican que la presencia de interhojuelas puede verse afectada por factores genéticos y ambientales.

Figura 20

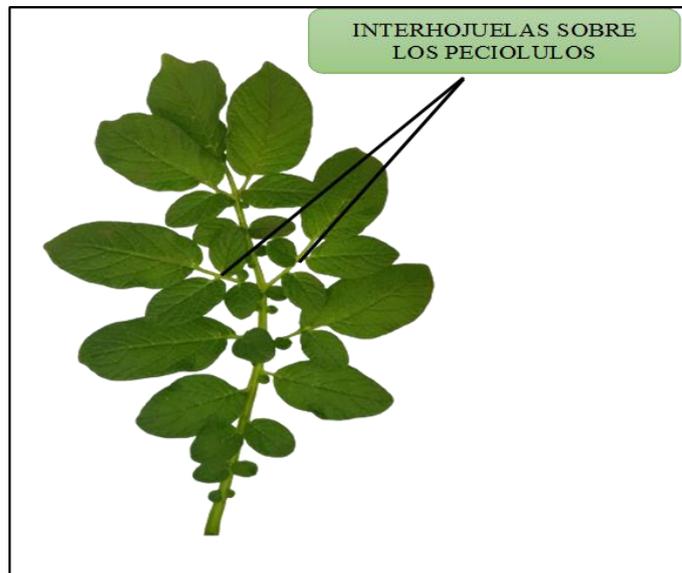
Número de interhojuelas sobre los peciolulos



En la Figura 20 se aprecia los resultados de interhojuelas en los peciolulos. Este análisis proporciona información clave sobre la morfología de las hojas y su desarrollo en las progenies evaluadas, el 74.75% no tiene interhojuelas sobre los peciolulos, este resultado es similar que los reportados por Sullca (2024) mientras tanto el resto de las progenies presentaron 6.93% que tienen 2 pares de interhojuelas sobre los peciolulos, 4.95% con 3 pares, 4.46% con un par, 3.96% con 4 pares, 1.98% con 6 pares, 1.96% con 7 pares y 0.99% con 5 pares de interhojuelas sobre los peciolulos, este hallazgo concuerda con los valores encontrados por (Ojeda, 2019). El análisis de estas variaciones permite comprender mejor la herencia de este rasgo y su impacto en la morfología de la planta.

Figura 21

Presencia de interhojuelas sobre los peciolulos de la hoja



4.1.1.8. Forma del foliolo terminal

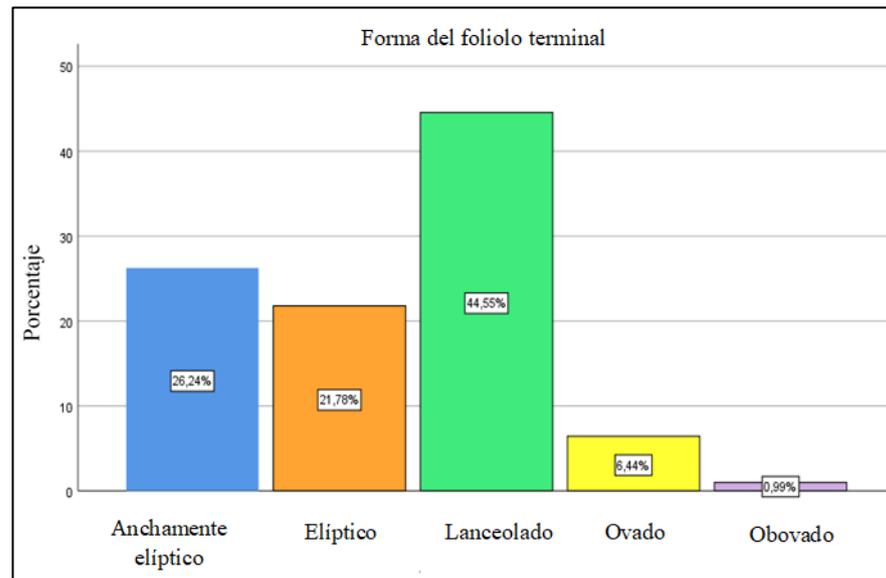
Tabla 8

Forma del foliolo terminal

Indicadores	N*	%
Anchamente elíptico	53	26,2
Elíptico	44	21,8
Lanceolado	90	44,6
Ovado	13	6,4
Obovado	2	1,0
Total	202	100,0

Figura 22

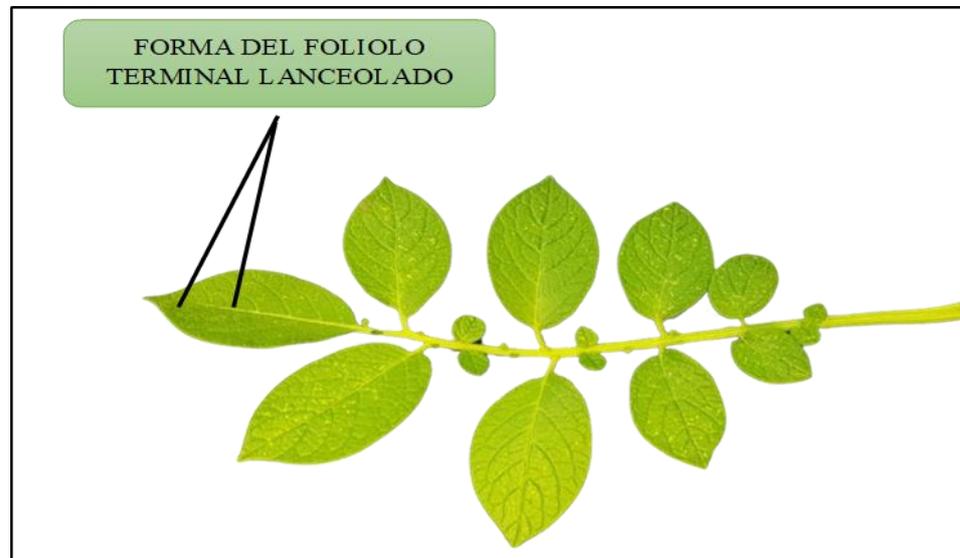
Forma del foliolo terminal



En la Tabla 8 y Figura 22, se ilustran los resultados. El 44.55% tiene foliolo terminal lanceolado, siendo una de las configuraciones más frecuentes en las progenies de papa, Sullca (2024) y Ojeda (2019) reportan datos inferiores que encontrados en nuestro trabajo de investigación, además el 26.24% que tiene foliolo anchamente elíptico, se distinguen por su forma ovalada y proporcionalmente ancha, 21.78% cuyo foliolo es elíptico, 6.44% tiene foliolo ovado son más redondeados y tienen un perfil diferente comparado con las formas lanceoladas y elípticas, el 0.99% de las progenies presenta foliolos terminales obovados. La forma obovada, caracterizada por una base estrecha y una parte superior más ancha.

Figura 23

Forma del foliolo terminal



4.1.1.9. Forma de corola de la flor

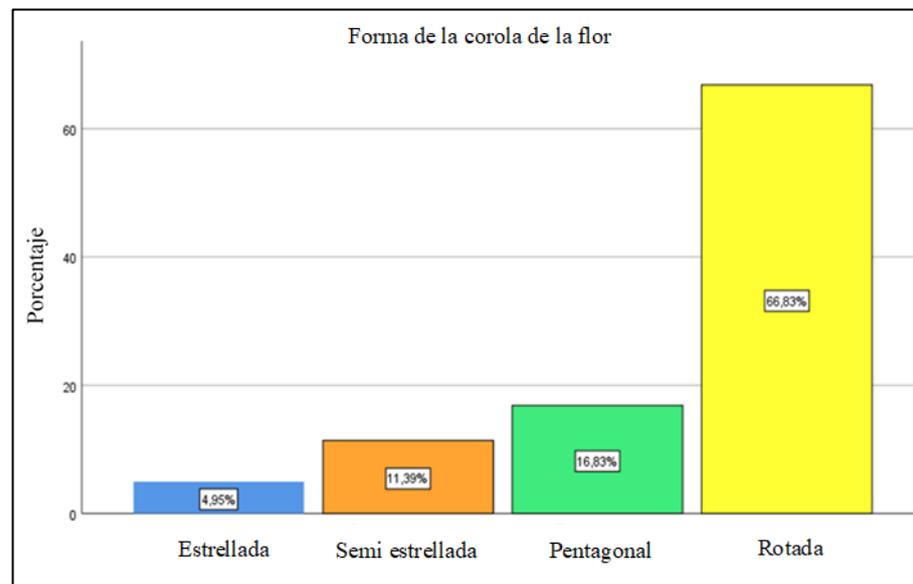
Tabla 9

Forma de corola de la flor

Indicadores	N*	%
Estrellada	10	5,0
Semi estrellada	23	11,4
Pentagonal	34	16,8
Rotada	135	66,8
Total	202	100,0

Figura 24

Forma de la corola de la flor



En la Tabla 9 y Figura 24, se muestra los resultados de la forma de la corola de flor en progenies de papa con pulpa pigmentada, el 66.8% tiene la forma rotada, Sullca (2024) y Ojeda (2019) reportan con más frecuencia forma de corola de la flor de tipo rotada, seguido del 16.8% que tiene corola de la flor pentagonal, mientras tanto Gamboa (2019) reporta con datos similares de este tipo de flor que se asemeja a un pentágono, con cinco pétalos que se extienden desde el centro. Del 11.39% cuya corola de la flor es semi estrellada, 4.95% tiene corola de la flor en estrella esta forma se caracteriza por sus pétalos extendidos que se distribuyen radialmente desde el centro.

4.1.1.10. Color predominante de la flor

Tabla 10

Color predominante de la flor

Indicadores	N*	%
Blanco	84	41,6
Lila	48	23,8
Morado	38	18,8
Violeta	32	15,8
Total	202	100,0

Figura 25

Color predominante de la flor

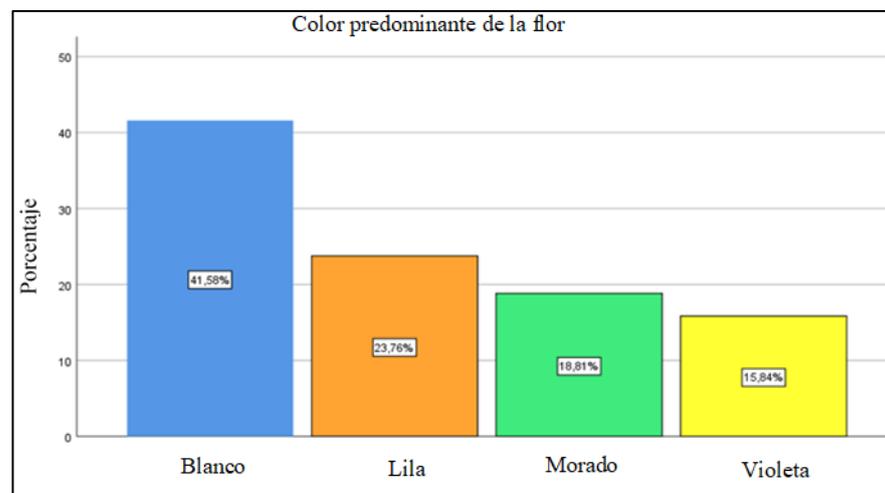
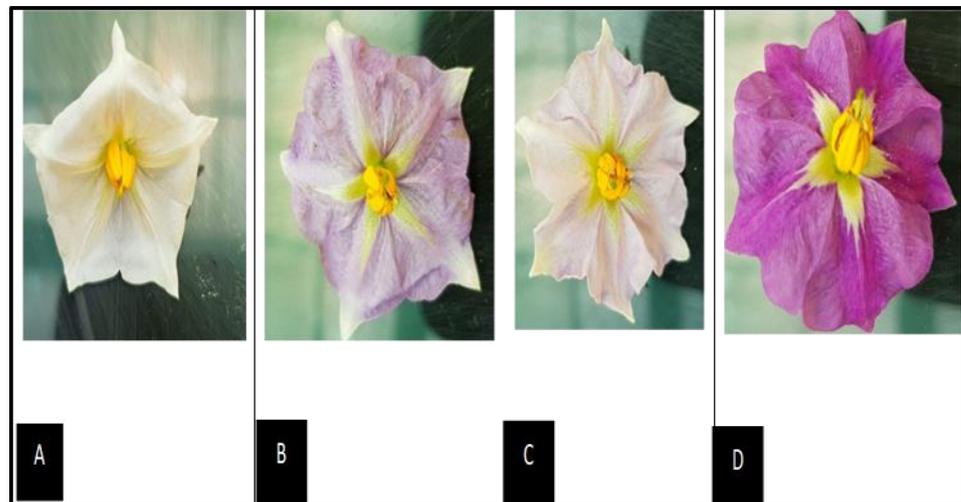


Figura 26

Variación de los colores predominantes en las flores de las progenies



En la Tabla 10 y Figura 25, se muestra los resultados de color predominante de la flor de las progenies de papa, el 41.58% tiene como color predominante blanco, el predominio de este color en esta muestra indica que es una característica significativa y relativamente estable dentro de las progenies evaluadas, seguido del 23.76% que tiene como color predominante lila, 18.81% cuya flor es morado, Ojeda (2019) reportó datos con más frecuencia del color morado, este color es el resultado de una mayor concentración de pigmentos antocianinas y es conocido por su impacto en la atracción de polinizadores. El 15.84% tiene color de la flor violeta, Orihuela (2018) reporta con más frecuencia color violeta, mientras tanto Sullca (2024) reportó con predominio del color lila y seguido por blanco en su investigación.

4.1.1.11. Intensidad del color predominante de la flor

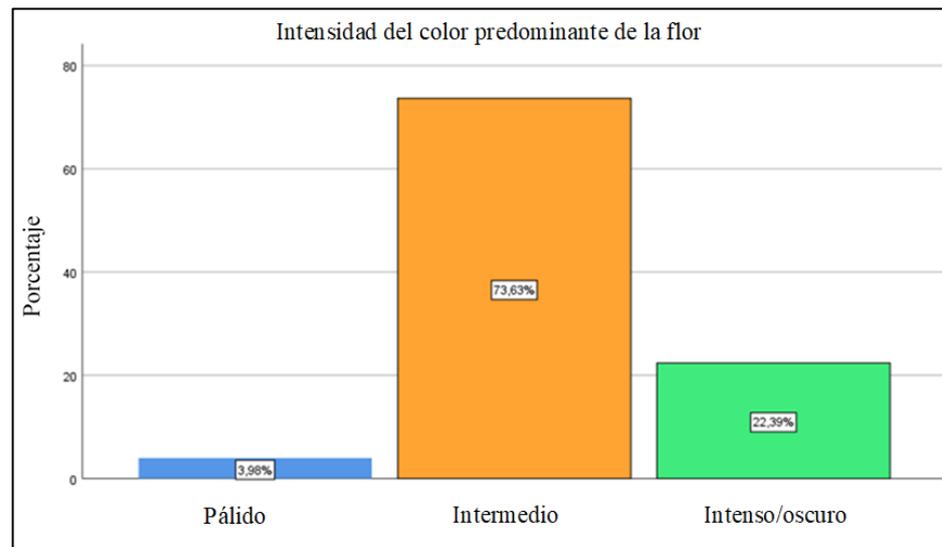
Tabla 11

Intensidad del color predominante de la flor

Indicadores	N*	%
Pálido	8	4,0
Intermedio	148	73,3
Intenso / oscuro	47	22,3
Total	202	100,0

Figura 27

Intensidad del color predominante de la flor



En la Tabla 11 y Figura 27, se aprecia los resultados de la intensidad del color predominante de la flor, el 73.63% que tiene intensidad de color predominante de la flor intermedio, por lo tanto Gamboa (2019) reporta con más frecuencia el color intermedio. Seguidamente el 22.39% tiene intensidad oscura y 3.98% poseen

intensidad pálida mientras tanto Sullca (2024) y Ojeda (2019) encontraron diferentes predominancias en las flores.

4.1.1.12. Color secundario de la flor

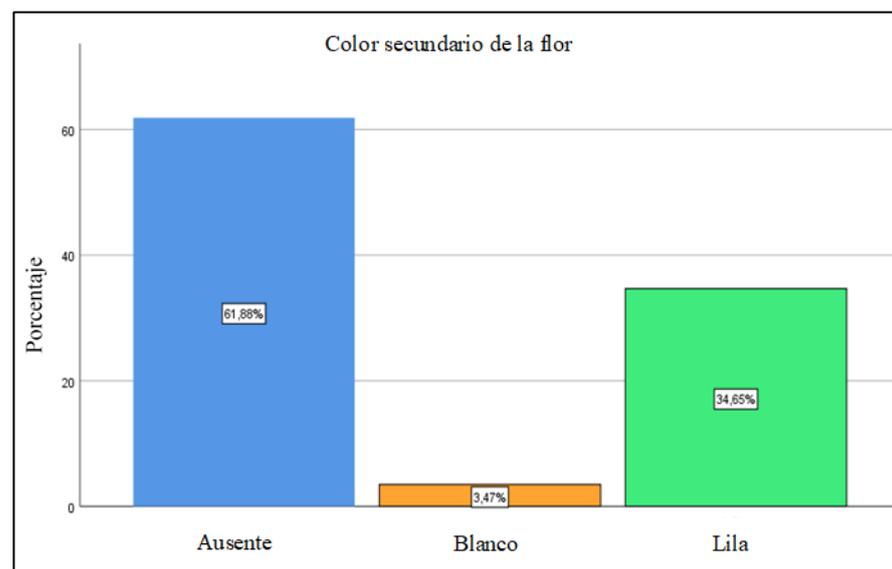
Tabla 12

Color secundario de la flor

Indicadores	N*	%
Ausente	125	61,9
Blanco	7	3,5
Lila	70	34,7
Total	202	100,0

Figura 28

Color secundario de la flor



En la Tabla 12 y Figura 28, se muestra los resultados de la intensidad del color secundario de la flor de papa y se revela que, el 61.88% no tiene color secundario de la flor, al igual que Sullca (2024)

encontró la ausencia del color secundario de la flor, por consiguiente el 34.65% tiene como color secundario de la flor el lila y el 3.47% tiene como color secundario blanco, Gamboa (2019) y Ojeda (2019) encontraron con más frecuencia color blanco en su investigación. Esta variabilidad es esencial tanto para la caracterización detallada de variedades como para la selección en programas de mejoramiento genético.

4.1.1.13. Distribución del color secundario de la flor

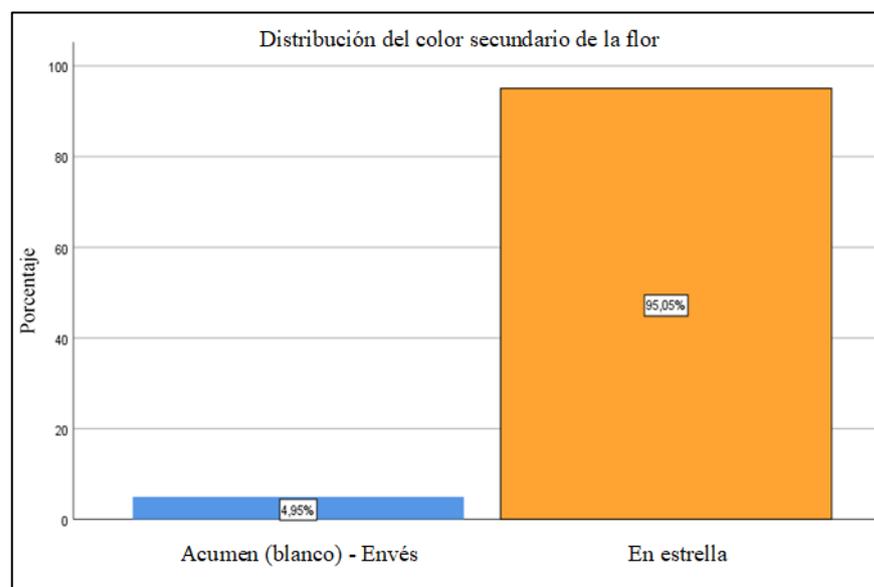
Tabla 13

Distribución del color secundario de la flor

Indicadores	N*	%
Acumen (blanco) — Envés	10	5,0
En estrella	192	95,0
Total	202	100,0

Figura 29

Distribución del color secundario de la flor



En la Tabla 13 y Figura 29, los resultados en distribución del color secundario de la flor de papa. El 95.05% tiene distribución del color secundario de la flor en estrella, estos datos obtenidos en nuestra investigación son similares con los reportados por Gamboa (2019). El 4.95% en acumen (blanco)-Envés, por lo tanto Sullca (2024) y Ojeda (2019) reportan resultados de Distribución del color secundario de la flor como ausente con mayor frecuencia.

4.1.3. Descriptores del tubérculo

En la descripción del tubérculo, se registró la caracterización de 30 progenies de papa seleccionadas de un total de 46. Para agrupar las muestras con características similares, se llevó a cabo un análisis de clúster. Con este propósito, se elaboraron los dendrogramas presentados en las Figuras 30, 36 y 38.

4.1.3.1. Análisis de Clúster - Jerárquico

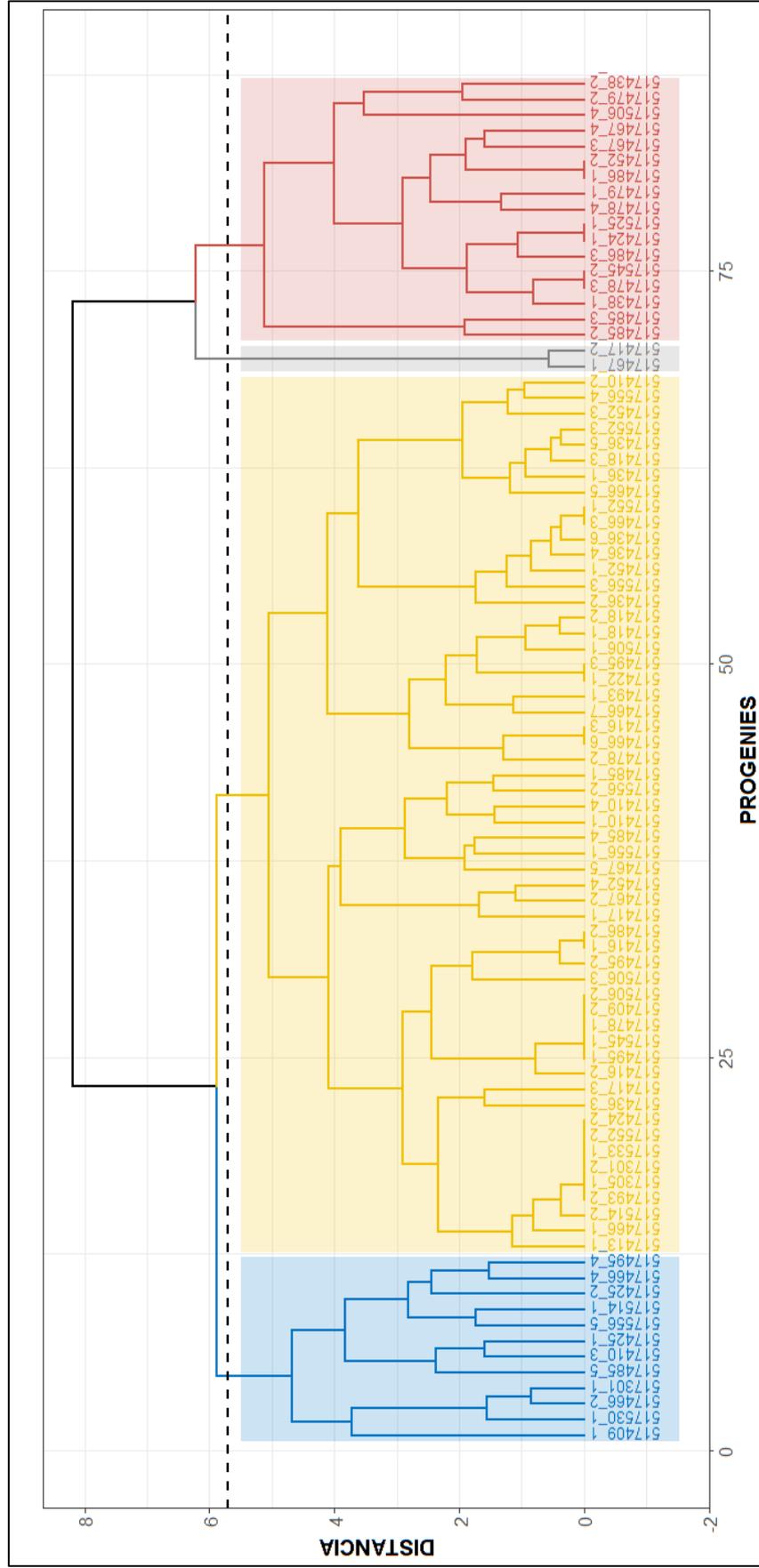
El análisis de clúster jerárquico, revela en su gran mayoría de estudio la existencia de cuatro grupos distintos. Esta segmentación más detallada permite una comprensión más precisa de la variabilidad entre las muestras. Cada uno de los grupos describe y analiza en detalle, teniendo en cuenta los descriptores que han sido cruciales para explicar la variabilidad morfológica. Estas variables incluyen: Color predominante de la piel, Intensidad del color predominante de la piel, Color secundario de la piel, Distribución del color secundario de la piel, Color predominante de la pulpa, Color secundario de la pulpa, Distribución del color secundario de la pulpa. Las Figuras 30, 31 proporcionan una representación visual de cómo estos descriptores han influido en la



formación de los grupos y destacan las características distintivas que definen cada uno. Este enfoque permite un análisis detallado y una comprensión más profunda de la diversidad de las características y su morfología presente en las progenies estudiadas.

Figura 30

Dendrograma de agrupamiento, considerando siete caracteres morfológicos (cualitativas) de 30 progenies seleccionados



Nota: Clúster – Jerárquico realizado en el software R v.4.4.1.

Nota: Elaboración propia del autor.



En el Clúster 1, las progenies se caracterizan por una notable diversidad en el color de la piel, siendo el color amarillo el más frecuente, con un porcentaje significativo del 35.71%, seguido de rojo-morado (21.43%) y el morado (17.86%), lo que refleja una amplia gama de tonalidades. Respecto al color secundario de la piel, se observa que la mayoría de las progenies presentan ausencia de color (60.71%). Esto sugiere que la piel tiende a exhibir un color base sólido, con pocas variaciones secundarias. En cuanto a la distribución del color secundario, los patrones son diversos, destacando las manchas dispersas (16.07%) y las áreas alrededor de los ojos (8.93%), aunque la ausencia de color sigue siendo dominante.

Para el color de la pulpa, el color crema es predominante (51.79%), seguido por el amarillo (30.36%). El color secundario de la pulpa en su mayoría ausente (64.29%), lo que refuerza la tendencia hacia un color uniforme. La presencia de pocas manchas (19.64%) sugiere que hay variaciones mínimas no muy notables, esto refleja una apariencia de la pulpa, con ligeras variaciones.

El Clúster 2, está compuesto por progenies que muestran una mayor homogeneidad en el color predominante de la piel, siendo el amarillo (41.67%) y el rojo-morado (33 %), con color secundario de la piel en este clúster predominantemente morado (33.33%), con una distribución de manchas dispersas y salpicadas.

El color predominante de la pulpa en este clúster es crema (58.33%), seguido por amarillo (25%), mientras tanto el color secundario



de la pulpa tiene una presencia notable de ausencia de color (50%), y una parte de las progenies presentan colores blancos (25%) y crema (16.67%). Esto indica que, las progenies en este clúster pueden presentar variaciones en la pulpa.

El Clúster 3 se caracteriza por una predominancia del color rojomorado en la piel (47.06%), de modo que, la ausencia de color secundario de la piel es la más frecuente en un (76.47%), también se observan cantidades menores de color amarillo (23.53%), lo que sugiere que las progenies tienen colores con algunas variaciones mínimas. La distribución del color secundario en la piel también está dominada por la ausencia (76.47%), con mínima presencia de manchas dispersas y salpicadas.

Para la pulpa, el color predominante amarillo (52.94%) y crema (35.29%), El color secundario muestra una variedad de colores, incluyendo morado (35.29%) y rojo (23.53%), con una distribución que destaca en pocas manchas (58.82%). Esto refleja una pulpa con predominancia en tonos amarillos, pero con algunas variaciones secundarias.

El Clúster 4 muestra una alta homogeneidad en sus características. El color predominante de la piel en este clúster es morado y negruzco, con una distribución equitativa del 50% para cada uno. El color secundario de la piel también es uniforme, con presencia de coloración amarillo, sugiriendo una consistencia en la coloración secundaria. La distribución del color secundario en la piel está igualmente equilibrada entre los

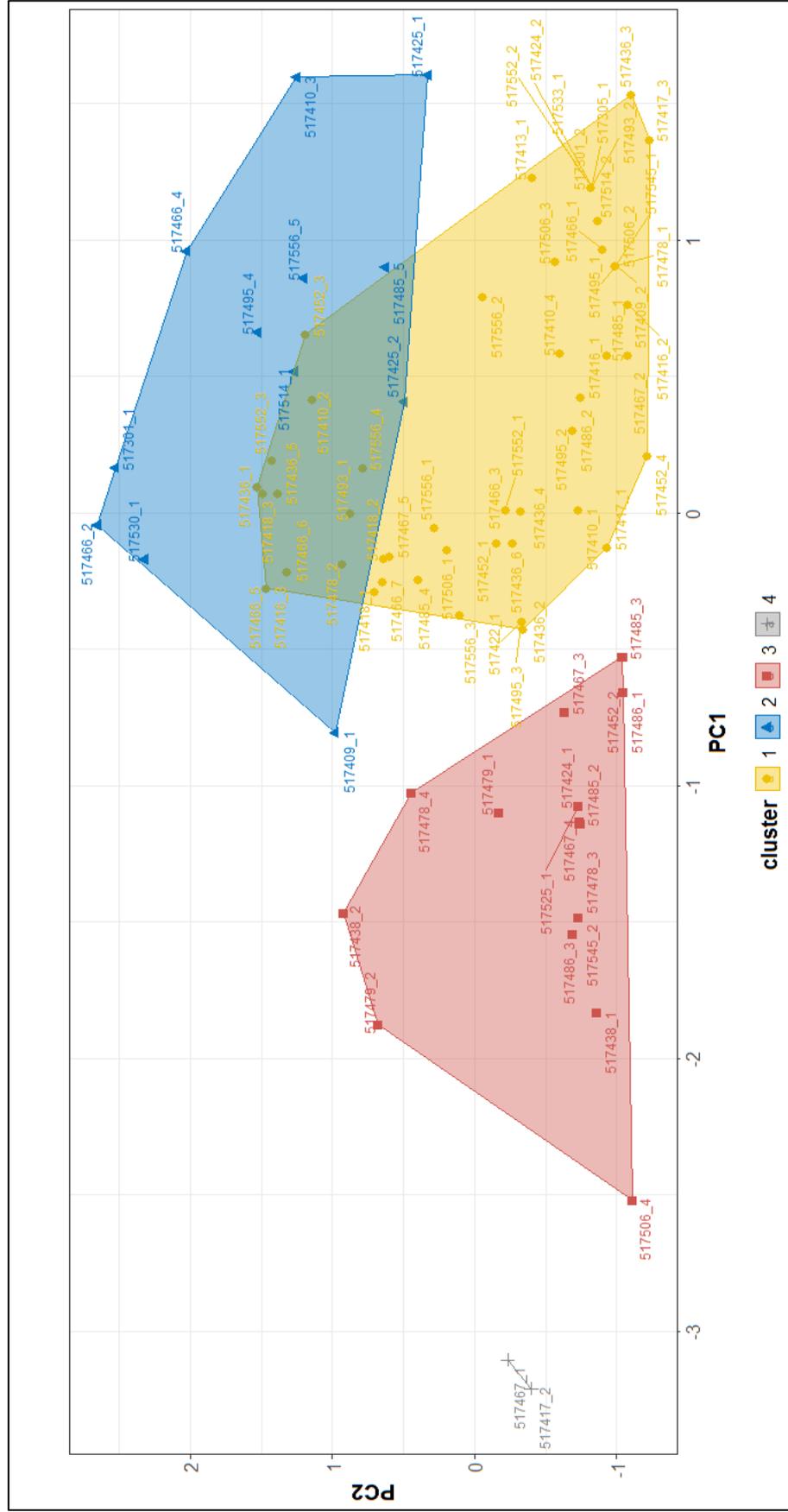


patrones de manchas dispersas alrededor de los ojos (50% cada uno), lo que muestra una distribución uniforme de esta característica.

En cuanto al color de la pulpa, el color predominante es violeta y el color secundario morado. La distribución del color secundario en la pulpa también muestra una homogeneidad total, con el patrón de todo menos médula. Este clúster representa una uniformidad en las características analizadas, reflejando una alta consistencia en la coloración tanto de la piel como de la pulpa.

Figura 31

Representación de las progenies según grupo con el método PCA



Nota: PCA realizado en el software R version 4.4.1.

Nota: Elaboracion propia del autor.



Figura 31 presenta la visualización de los grupos formados a través del análisis de componentes principales (PCA), lo que facilita la interpretación de los clústeres identificados previamente en la Figura 30. En esta visualización, las observaciones se agrupan en diferentes colores, permitiendo distinguir claramente cada clúster. El clúster 1, representado en color amarillo, incluye las observaciones correspondientes a los descriptores del tubérculo, abarcando el 54.02% del total de las muestras. Este clúster se caracteriza por su destacada presencia, lo que sugiere que las observaciones dentro de él comparten características similares en los descriptores analizados, como el color predominante de la piel y la pulpa. El clúster 2, señalado en color azul, es el segundo grupo y presenta algunas características comunes con el clúster 1, lo que indica ciertas similitudes en los descriptores. El clúster 3, representado en color rojo, se distingue claramente de los otros dos, presentando características únicas que lo diferencian de los clústeres 1 y 2. Finalmente, el clúster 4, mostrado en color plomo, está compuesto por solo dos observaciones, las cuales son muy similares entre sí en la mayoría de los descriptores.

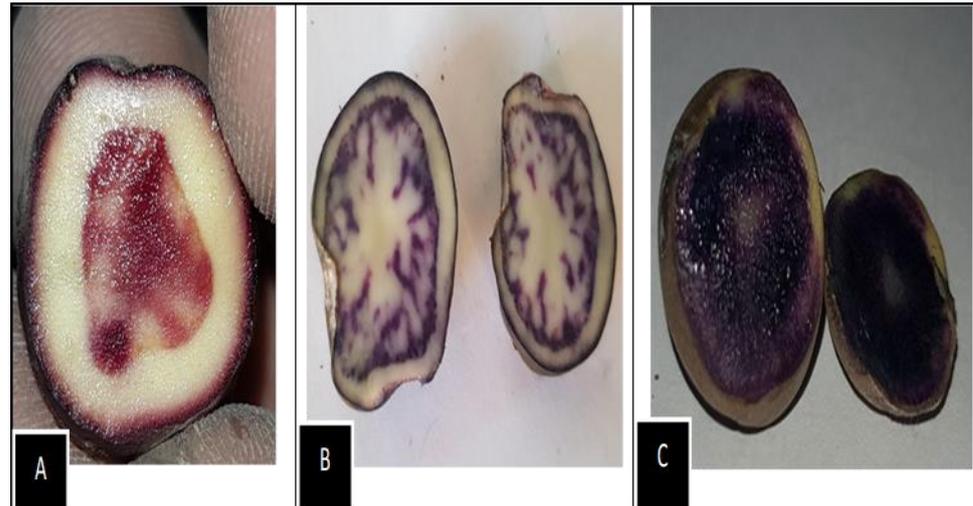
4.1.3.2. Progenies con pulpa pigmentada

En el resultado de la evaluación de las 46 progenies de papa se encontró progenies que presentaron pulpa pigmentada tanto en el color predominante como en el color secundario de la pulpa en una mínima cantidad que son las siguientes progenies: 517467, 517417, 517409, 517506, 517478, 517545, 517486, 517452, 517479, 517438, 517424, 517525. Para realizar la evaluación de la presencia de la pulpa pigmentada, se realizó un corte transversal en el centro del tuberculillo con el objetivo

de examinar el tono de la pulpa utilizando los descriptores mínimos de papa *Solanum sp.* y la tabla de colores para la descripción de tubérculos de papa preparado por (Gómez, 2016).

Figura 32

Variación de los colores de la pulpa pigmentada en las progenies



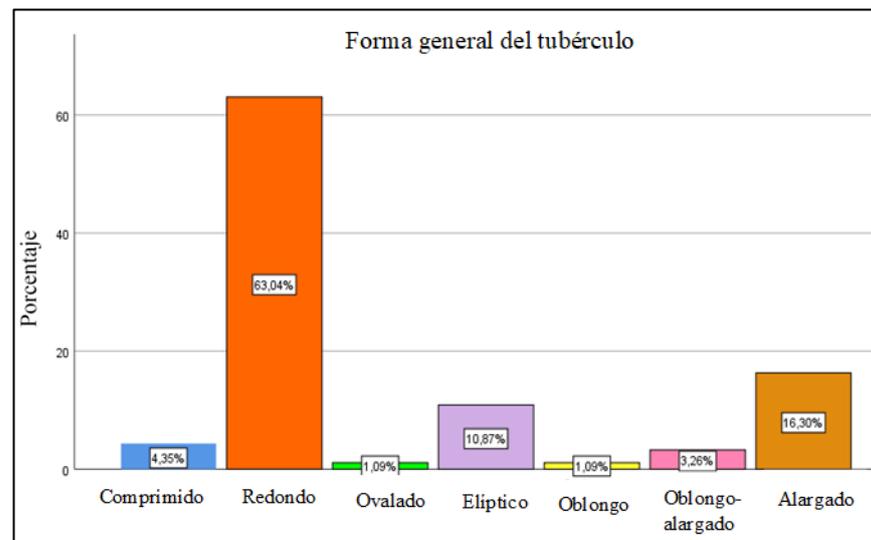
Las progenies 517467 y 517417 presentan un color predominante violeta en la pulpa del tubérculo, con un color secundario morado que se distribuye en la mayor parte del tubérculo, a excepción de la médula (Figura C). Por otro lado, la progenie 517409 exhibe un color predominante crema, con un color secundario morado distribuido en pequeñas manchas en la pulpa. La progenie 517506 se caracteriza por un color predominante amarillo en la pulpa, con un color secundario violeta, distribuido en el anillo vascular. Las progenies 517478 y 517545 muestran una coloración predominante amarilla, con un color secundario morado, distribuido en escasas manchas en la pulpa del tubérculo. En cuanto a las progenies 517486, 517452 y 517479, el color predominante de la pulpa es amarillo, mientras que el color secundario es rojo, distribuido en el anillo vascular y la médula del tubérculo (Figura A). La progenie 517438

presenta variabilidad en los tubérculos, observándose dos tipos de coloración: en el primero, el color predominante es amarillo, con un color secundario violeta distribuido en pequeñas áreas (Figura B); en el segundo, el color predominante es crema, con un color secundario morado, distribuido en áreas más amplias y en un estrecho anillo vascular. Finalmente, en las progenies 517424 y 517525, la coloración predominante de la pulpa es crema, con un color secundario violeta distribuido en pocas manchas.

4.1.3.3. Forma general del tubérculo

Figura 33

Forma general del tubérculo



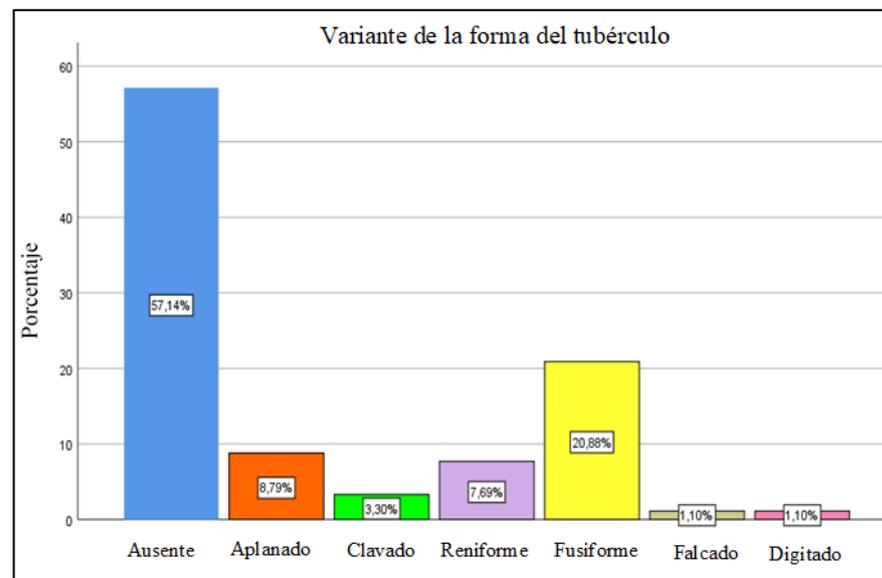
Como se aprecia en la Figura 33 donde la forma general del tubérculo presenta 63.04% forma redonda y el 16.30% de los tubérculos tienen una forma alargada seguido por comprimida, oblongo-alargada, ovalada y oblonga, Sullca (2024) y Ojeda (2019) revelan con más frecuencia la forma redonda de tubérculos. Los datos encontrados de la

forma elíptica, comprimida, oblongo-alargada, ovalada y oblonga son parecidos a los reportados por (Bautista, 2023); (Gamboa, 2019).

4.1.3.4. Variante de la forma del tubérculo

Figura 34

Variante de la forma del tubérculo

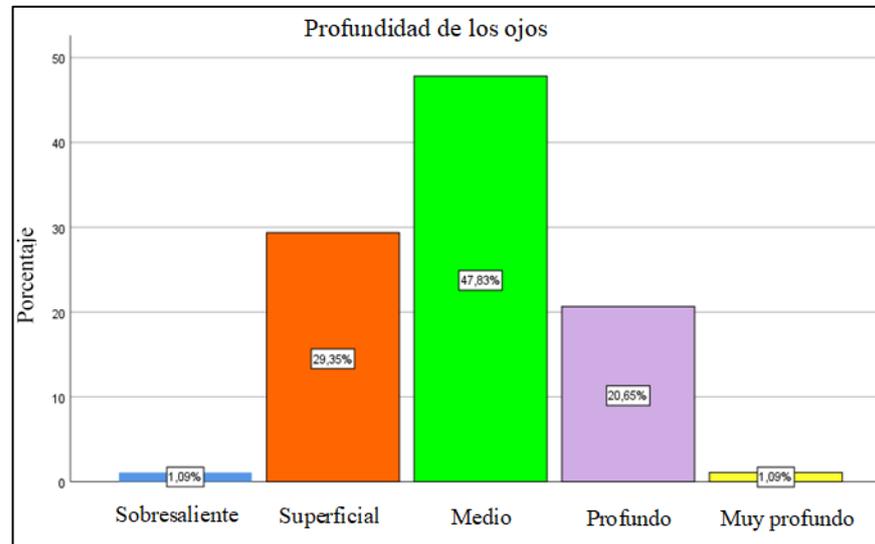


Como se aprecia en la Figura 34 los resultados de la forma general del tubérculo en progenies provenientes de cruzas de papa el 57.14% de los tubérculos no mostraron una forma variante del tubérculo tal como reporta Sullca (2024) y Ojeda (2019). El 20.88% de los tubérculos presentan una forma fusiforme, caracterizada por un alargamiento que se estrecha en los extremos. Esto sugiere que la variabilidad en la forma del tubérculo es un atributo distintivo de la genética. En contraste, las formas aplanada, reniforme, clavada, falcada y digitada se observan con menor frecuencia, reporta Bautista (2023); Tene (2024).

4.1.3.5. Profundidad de los ojos del tubérculo

Figura 35

Profundidad de los ojos del tubérculo



En la Figura 35 se muestran los resultados de la profundidad de los ojos en tubérculos de progenies originadas de cruces de papa con pulpa pigmentada. El 47.83% de los tubérculos presentan una profundidad media, tal como reporta Orihuela (2018) y Gamboa (2019). Los ojos con profundidad media permiten una extracción más sencilla de los brotes sin comprometer significativamente la integridad del tubérculo. Mientras tanto el 29.35% de los tubérculos presentan una profundidad superficial en los ojos parecido a los datos reportados por Sullca (2024); Ojeda, (2019).

4.2. RESULTADOS DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS

4.2.1. Descriptores agronómicos de la papa

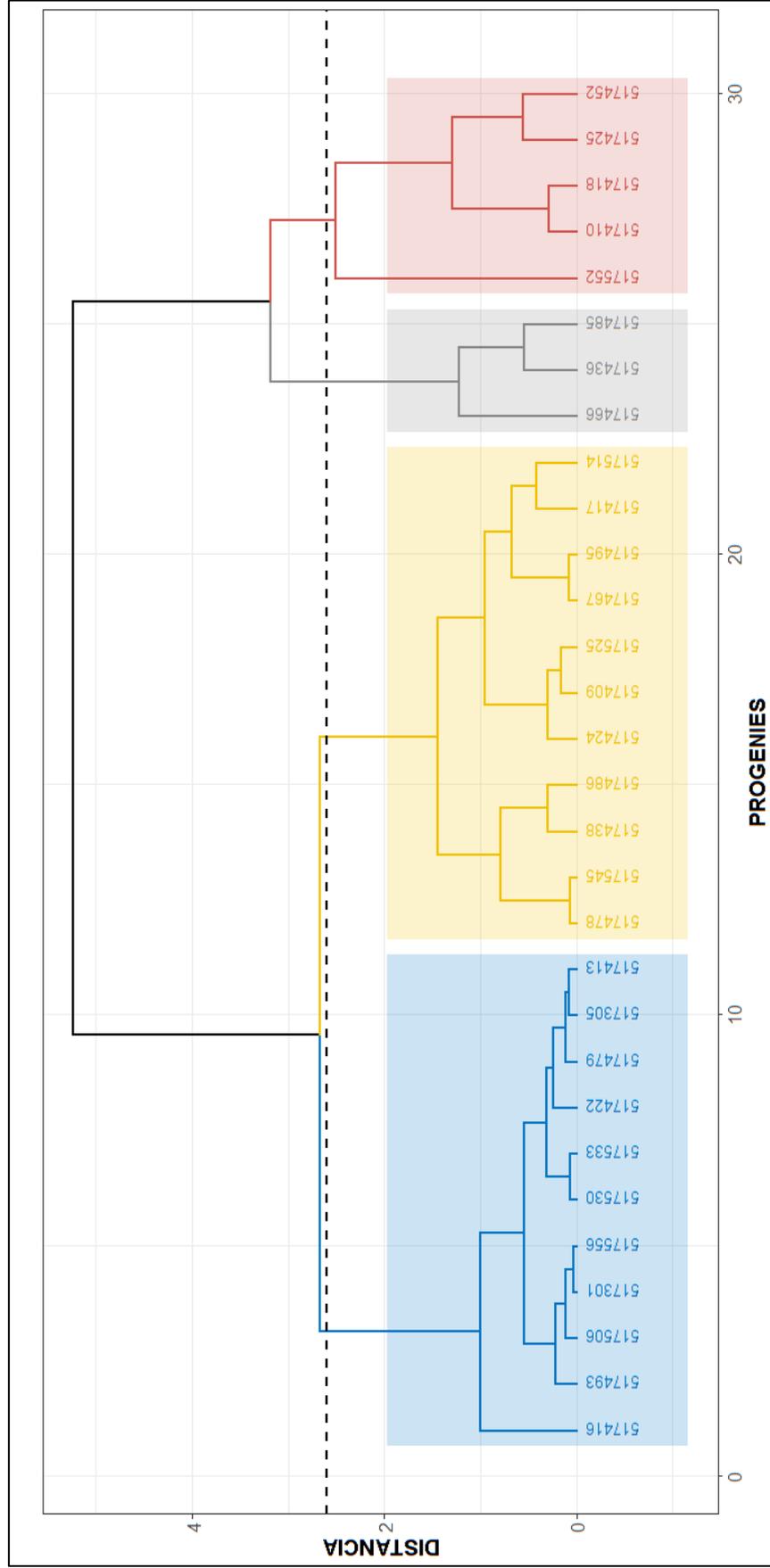
El análisis de las variables cuantitativas en relación al número de tuberculillos, tamaño, rendimiento (peso acumulado), diámetro y altura del tallo revela patrones significativos que pueden influir en las decisiones de selección



para la siguiente fase. Con progenies seleccionadas, se presenta una interpretación detallada de los clústeres (Dendrograma de agrupación, ver Figura 36 y 38), respaldada por los análisis de componentes principales (PCA), que proporciona una visión más detallada sobre la productividad y calidad de los tuberculillos.

Figura 36

Dendograma de agrupamiento, considerando las características agronómicas cuantitativas tamaño de tubérculos rendimiento por progenie, número de tuberculillos de 30 progenies seleccionadas



Nota: Clúster – Jerárquico realizado en el software R v.4.4.1

Nota: Elaboración propia del autor



El Clúster 1 representa el 36.67% de las muestras, con un total de 11 casos. Los tubérculos de este clúster son pequeños tanto en tamaño como en peso, con rangos que van de 2 g a 109 g, y el número de tubérculos varía entre 5 y 20. Los códigos asociados a este clúster reflejan la diversidad dentro del grupo en cuanto al número de tubérculos. Por ejemplo, el código 517301 corresponde a un caso con 14 tubérculos cuyo peso total es de 38 g, mientras que el código 517533 representa un caso con solo 5 tubérculos que pesan 2 g. A pesar de la baja productividad en términos de peso, este grupo es el más numeroso, lo que indica que los tubérculos de menor tamaño son predominantes en la muestra.

El Clúster 2 representa el 36.67% de las muestras, con un total de 11 casos. Este grupo presenta una mayor variabilidad en cuanto al tamaño, con un 63.64% de los tubérculos clasificados como grandes y un 36.36% como medianos. Los pesos oscilan entre 53 g y 179 g, mientras que el número de tubérculos varía entre 16 y 41. Ejemplos de esta diversidad incluyen los códigos 517409 (con 20 tubérculos y un peso de 109 g) y 517467 (con 32 tubérculos y un peso de 179 g). Aunque la frecuencia es alta, el Clúster 2 supera al Clúster 1 en términos de peso y tamaño, lo que lo convierte en un grupo más productivo.

El Clúster 3 constituye el 16.67% del total de las muestras, con una representación de cinco casos. Los tubérculos en este grupo son de gran tamaño, con un peso acumulado que varía entre 151 g y 294 g, y un número de tubérculos que fluctúa entre 47 y 110. El código 517425 presenta 80 tubérculos con un peso total de 210 g, mientras que el código 517552 incluye 110 tubérculos que alcanzan un peso de 294 g. Aunque este grupo



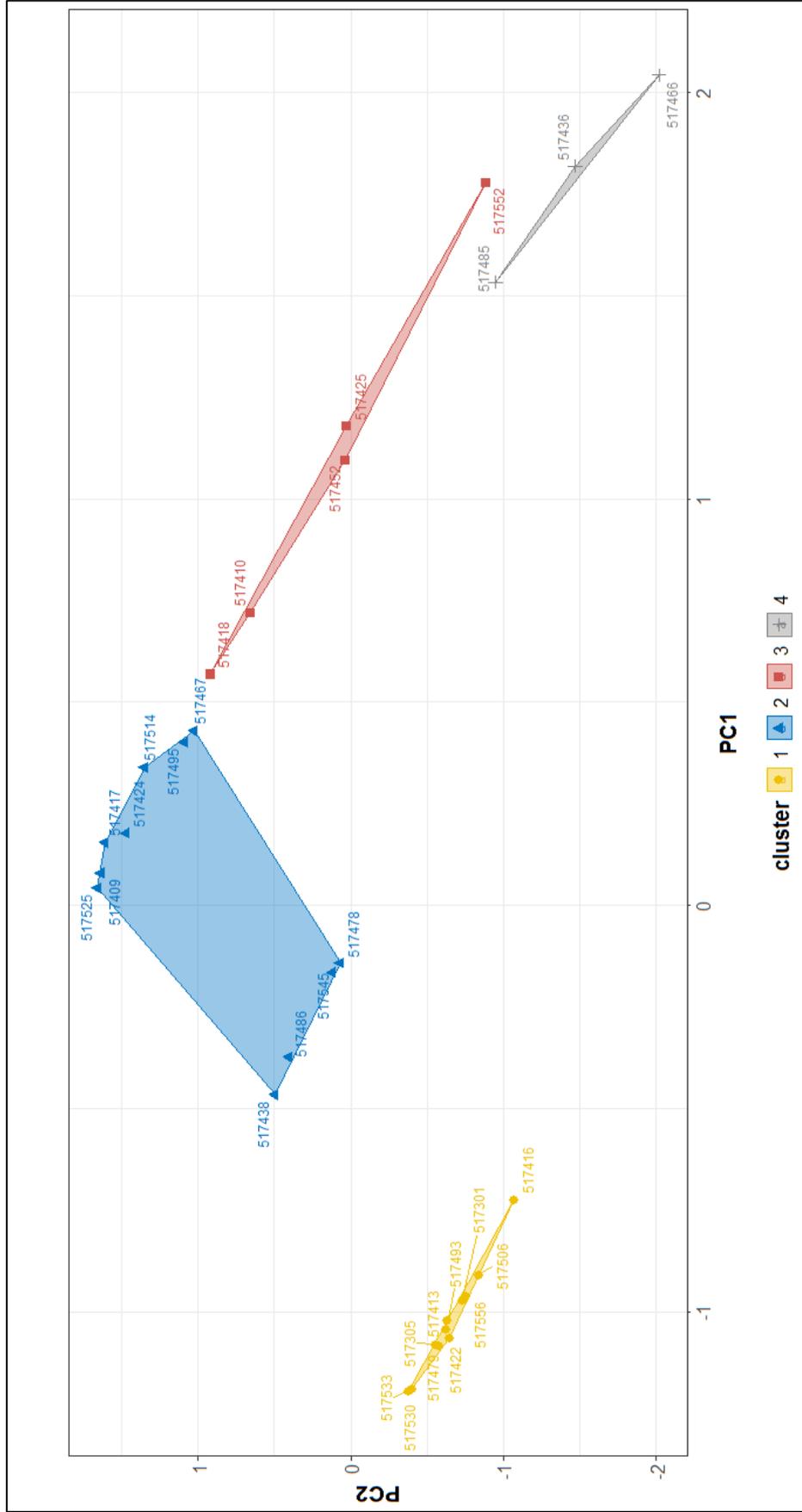
es menos frecuente, se distingue por su elevado rendimiento, tanto en cuanto al número de tubérculos como al peso total. Este clúster refleja una alta productividad, lo que lo convierte en una opción destacada para la optimización de los rendimientos agrícolas.

El Clúster 4 es el menos frecuente, representando únicamente el 10% de las muestras (3 casos). No obstante, agrupa los tubérculos de mayor tamaño, con pesos acumulados que oscilan entre 376 g y 599 g, y un número de tubérculos que varía entre 66 y 74. Se destacan casos como los códigos 517466, que incluye 70 tubérculos con un peso total de 599 g, y 517485, con 66 tubérculos que suman 376 g, ambos ejemplares sobresaliendo por su notable rendimiento. Aunque su baja frecuencia indica que estos tubérculos son poco comunes, el elevado rendimiento en peso los convierte en una opción atractiva para sistemas de producción intensiva, cuyo objetivo es maximizar el rendimiento.

Considerando tanto la distribución de frecuencias como los códigos específicos asignados a cada clúster, se observa que los Clústeres 1 y 2 abarcan el 73.34% de la muestra total, predominando las variedades con tubérculos de tamaño pequeño y mediano, aunque con diferencias significativas en términos de rendimiento. En contraste, los Clústeres 3 y 4 agrupan tubérculos grandes y de alto rendimiento, aunque su frecuencia es menor, representando solo el 26.67% del total.

Figura 37

Representación según características con el método PCA



Nota: PCA realizado en el software R version 4.4.1

Nota: Elaboración propia del autor

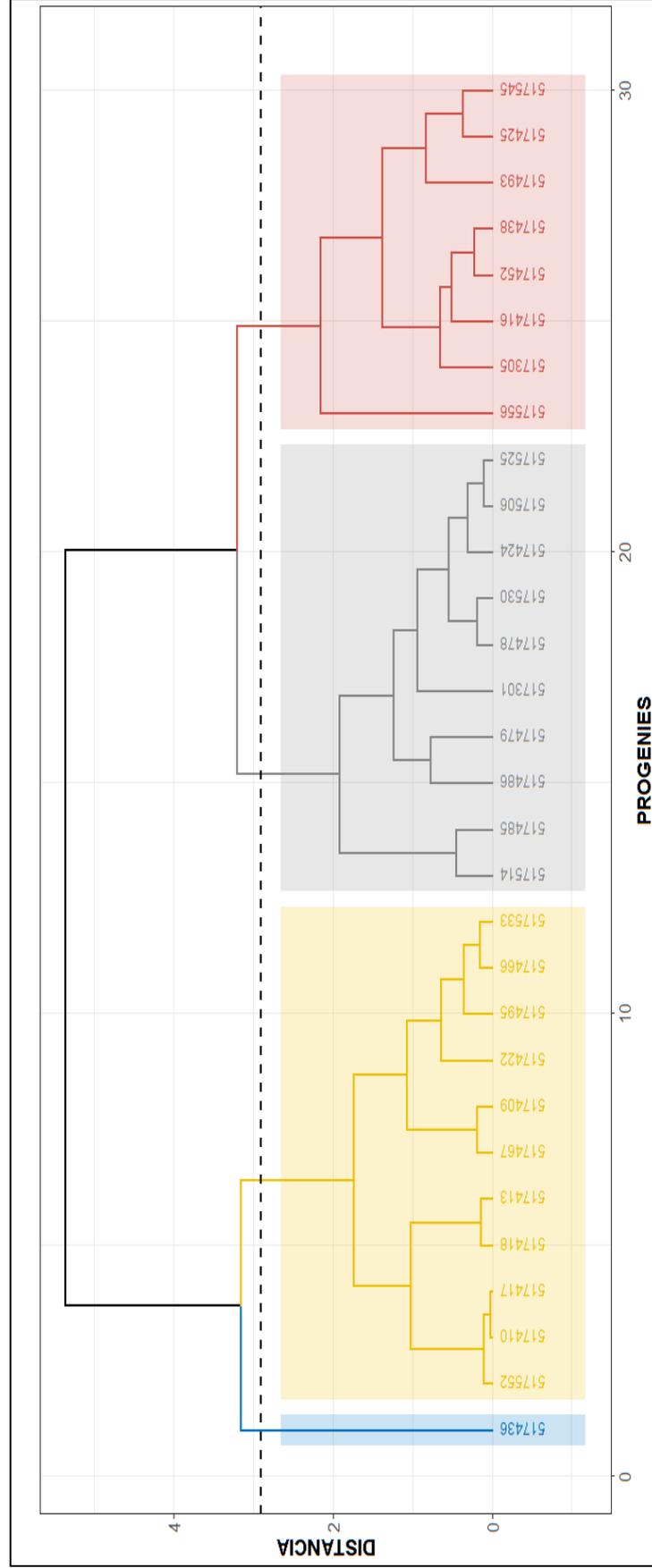


En la Figura 37, el análisis de componentes principales (PCA) y la agrupación en clústeres muestran la distribución de los tubérculos según sus características de tamaño, número y peso de rendimiento. El Clúster 1 está formado por tubérculos pequeños, cuyo número varía entre 5 y 20, con pesos de rendimiento que oscilan entre 2 g y 109 g. Este grupo se localiza en la parte inferior izquierda del gráfico, lo que indica una menor variabilidad en comparación con los otros clústeres. El Clúster 2, compuesto por tubérculos de tamaño mediano a grande, tiene pesos de rendimiento entre 53 g y 179 g, y se distribuye en la parte superior central del gráfico, sugiriendo una mayor dispersión en sus características físicas. El Clúster 3 agrupa tubérculos de gran tamaño y alto rendimiento, con un número de tubérculos entre 47 y 110, y pesos que varían entre 151 g y 294 g. Este grupo se distingue claramente en la parte derecha del gráfico, lo que refleja una mayor separación en términos de productividad. Finalmente, el Clúster 4 incluye los tubérculos más grandes, con pesos entre 376 g y 599 g, situándose en la parte inferior derecha del gráfico, lo que resalta las diferencias significativas en rendimiento.

4.2.1.1. Diámetro de tallo y altura de planta

Figura 38

Dendograma de agrupamiento considerando las características morfológicas cuantitativas diámetro del tallo y altura de planta para 30 progenies seleccionadas



Nota: Clúster – Jerárquico realizado en el software R v.4.4.1

Nota: Propio del autor



En el análisis de los clústeres, se han identificado cuatro grupos distintos de progenies con características morfológicas variadas. El Clúster 1 se distingue por tener los diámetros de tallo más gruesos, con valores que oscilan entre 6.7 y 10 mm, y alturas de planta que varían de 59.3 a 95.6 cm. Estos datos sugieren que las plantas en este grupo son robustas y presentan un crecimiento significativo tanto en altura como en diámetro del tallo. El diámetro promedio del tallo en este clúster es de 7.8 mm, y la altura promedio es de 76.5 cm, lo que indica una tendencia general hacia un tamaño grande.

Por otro lado, el Clúster 2 presenta diámetros del tallo más pequeños y una mayor variabilidad en la altura de las plantas en comparación con el Clúster 1. Los diámetros del tallo en este grupo varían entre 4.9 y 7 mm, mientras que las alturas fluctúan entre 34.1 y 88 cm. El diámetro promedio del tallo es de 5.9 mm y la altura promedio es de 66.1 cm. Esto sugiere que las plantas del Clúster 2 tienen un tamaño moderado y son menos homogéneas en cuanto a altura en comparación con el Clúster

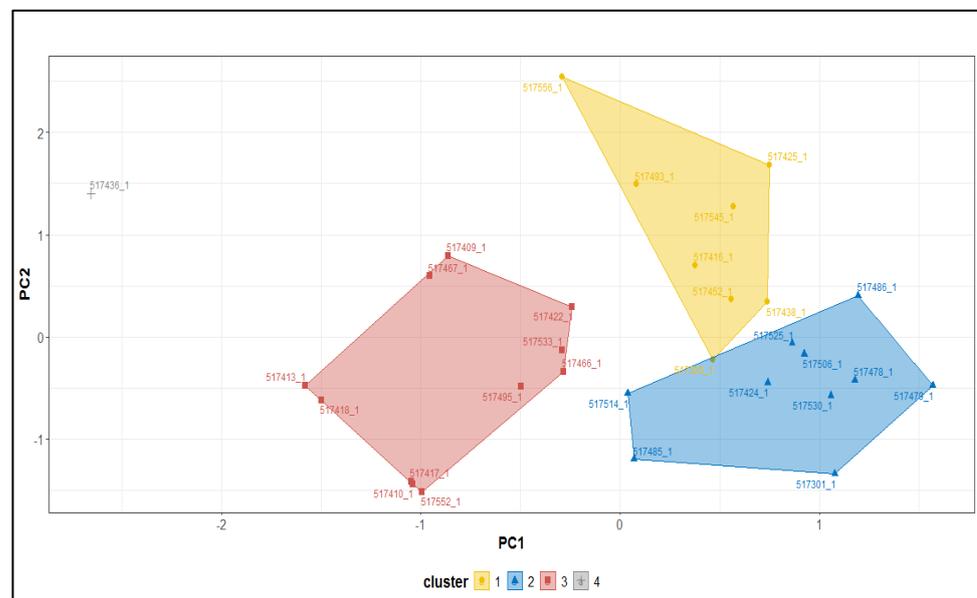
El Clúster 3 presenta diámetros de tallo similares a los del Clúster 1, con un rango de 7.6 a 9.4 mm y un promedio de 8.36 mm. Sin embargo, las alturas varían entre 29.9 y 105 cm, con un promedio de 67.8 cm. La presencia de valores bajos en la altura sugiere que muchas de las plantas en este clúster podrían estar experimentando condiciones de crecimiento limitadas. Estos datos apuntan a una posible anomalía en el crecimiento de las plantas, que no sigue el patrón de desarrollo observado en otros clústeres.

Finalmente, el Clúster 4 es el más distintivo con el diámetro del tallo significativamente mayor de 12.4 mm, una altura de 104 cm. Este clúster parece representar una categoría aparte con características morfológicas distintas de los otros grupos.

En resumen, el análisis evidencia una clara diferenciación entre los clústeres en términos de diámetro del tallo y altura de la planta. El Clúster 1 se destaca por su gran tamaño, el Clúster 2 presenta un tamaño moderado, el Clúster 3 muestra un desarrollo desigual en altura, y el Clúster 4 exhibe características más robustas en el tallo. Estos hallazgos ofrecen una visión detallada de la variabilidad morfológica entre las progenies.

Figura 39

Representación según características morfológicas con el método PCA



Nota: PCA realizado en el software R version 4.4.1

Nota:Elaboracion propia del autor

La Figura 39 muestra un gráfico de componentes principales (PCA) que resalta las diferencias entre las progenies. El Clúster 1 se caracteriza



por su homogeneidad en tamaño y altura, con diámetros del tallo que varían entre 6.7 y 10 mm, y alturas de 59.3 a 95.6 cm, lo que refleja una notable uniformidad en sus características físicas. En contraste, el Clúster 2 exhibe una mayor variabilidad, con diámetros que van de 4.9 a 7 mm y alturas entre 34.1 y 88 cm, indicando una heterogeneidad más marcada. Por su parte, el Clúster 3 presenta diámetros del tallo similares a los del Clúster 1, con un rango de 7.6 a 9.4 mm; sin embargo, las alturas oscilan entre 29.9 y 105 cm. Finalmente, el Clúster 4 destaca como el más distintivo, con un diámetro del tallo robusto de 12.4 mm y una altura de 104.1 cm, representando un grupo con características morfológicas significativamente diferentes a las de los demás.

Esta actividad se llevó a cabo durante el período de plena floración de las plantas. Se recolectaron datos del diámetro del tallo utilizando un vernier digital, y para medir la altura de la planta, se empleó una cinta métrica, tomando la medida desde el cuello del tallo principal hasta el ápice terminal. Las mediciones se realizaron en cinco plantas seleccionadas aleatoriamente de cada progenie.

Figura 40

Medida del diámetro del tallo de papa



Nota. Invernadero del programa de papa EPIA-UNAP

4.2.1.2. Progenies seleccionadas para la segunda fase

Para lo cual se clasificó las siguientes progenies Tabla 14.



Tabla 14

Progenies seleccionadas para la segunda fase

N°	CÓDIGO	MADRE	PADRE
1	517556	509310.18	H3S163P1(2839)
2	517514	Amarillo Tumbay	706727(2566)
3	517410	Olonos	H3163P1(2837)
4	517436	509160.01	706172(2542)
5	517485	511582	H3S163P1(2839)
6	517467	509310.08	H35163P1(2837)
7	517417	304242	H3559P2(2835)
8	517466	513501	H3559P2(2835)
9	517409	706727.2566	511121(1)
10	517506	511242	H3S16381(2839)
11	517425	Yungay	706727(2566)
12	517552	509160.01	706727(2566)
13	517416		
14	517478	509310.18	754417(2563)
15	517545	511188.11	703825(2557)
16	517486	507600.145	H3S16381(2839)
17	517452	PAT 12	706172(2539)
18	517418	Renacimiento	703912(2545)
19	517479		
20	517438	Clon Azul	705454(2539)
21	517422	507130.4	703825(2527)
22	517424	509160.01	H6S170PS(2836)
23	517495		
24	517301	703365.2548	Clon Azul
25	517525	507500.121	703825(2557)
26	517493	501120.46	705454(2539)

En la Tabla 14, se muestran las 26 progenies seleccionados para la siguiente fase con sus respetivos progenitores que son aptas para la



segunda fase de investigación también se considera progenies que presentaron pulpa pigmentada como color predominante y color secundario.

En los resultados obtenidos, adoptamos la hipótesis alternativa general, reconociendo una variabilidad morfológica considerable en las 46 progenies analizadas, particularmente en aspectos morfológicos y agronómicos, desarrollo y cantidad de tuberculillos obtenidos por cada progenie seleccionado. Estos hallazgos se alinean parcialmente con las investigaciones de Sullca (2024) y Bautista (2023) concuerda con los datos reportados en sus trabajos de investigación de los autores citados.



V. CONCLUSIONES

- Significativa variabilidad morfológica en las 46 progenies con hábito de crecimiento mayormente erectas, color de tallos verde, alas del tallo rectas, hojas en su totalidad disectadas, forma de la corola rotada, color de la flor blanco y lila, distribución de color secundario de la flor en estrella, color predominante de la piel amarillo, color predominante de pulpa crema, se aprecia en cantidades mínimas coloraciones en la pulpa violeta, morado y rojo.
- De las 46 progenies iniciales se identificaron 26 progenies basadas en características morfológicas y agronómicas, con la presencia de pulpa pigmentada, que pasaron a la siguiente fase F2.
- Entre las progenies evaluadas agronómicamente predominan los tubérculos pequeños, la progenie 517466, con 70 tubérculos y un peso total de 599 g, y la progenie 517436, con 74 tubérculos y un peso de 483 g, debido a su excepcional rendimiento. El análisis revela una clara diferenciación entre las progenies en términos de diámetro del tallo, que varía de 4.9 a 12.4 mm, y altura de la planta, que oscila entre 29.9 y 105 cm. Estos resultados ofrecen una visión detallada de la variabilidad agronómica.



VI. RECOMENDACIONES

- Se propone continuar con el proceso de selección utilizando la F2, mediante la selección de las 26 progenies escogidas, con un enfoque particular en el color de la pulpa, la productividad y la tolerancia a factores climáticos, así como a diversas plagas y enfermedades.
- Las 26 progenies seleccionadas para su estudio en la F2 permitirán continuar con el proceso de selección de plantas con el objetivo de obtener una o dos variedades que presenten características morfológicas y genotípicas deseables. En la actualidad, se presta especial atención al color de la pulpa pigmentada, dado que este factor podría contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas, en particular de los niños y las mujeres en edad fértil.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparco, H. H. R. (2017). *Caracterización Fenotípica de Papas Nativas cultivadas (Solanum sp.) en el anexo de Cruz Pata, distrito y provincia de Castrovirreyna - Huancavelica* [Universidad Nacional de Huancavelica].
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2755>
- Araque Barrera, E. J., Arias Moreno, D. M., Bohórquez Quintero, M. de los A., Ojeda Pérez, Z. Z., y Pacheco Díaz, J. E. (2021). *Descripción Botánica y Taxonómica de la papa* (pp.1-4). <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/4718>
- Arcos, J. H. (2017). *Rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas para mejorar la productividad en papa* [Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú].
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/3078>
- Bautista Condori, M. J. (2023). *Descripción morfológica de papa nativas (Solanum spp.) cultivadas en la comunidad campesina Matipacana, Yauli, Huancavelica* [Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/5802>
- Behn, A., Lizana, C., Zapata, F., Gonzalez, A., Reyes-Díaz, M., y Fuentes, D. (2023). Phenolic and anthocyanin content characterization related to genetic diversity analysis of *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum chilotanum* Group in southern Chile. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1045894>
- Bianeth, C., y Restrepo, L. P. (2013). Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa. *Programa de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Interfacultades, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.*, 14(1), 25-32.



- Cahuana Q., R., y Gonzales., D. (2011). *Manual Tecnicas de Manejo, Seleccion y Clasificacion de Papas Nativas*.
<https://agropuno.gob.pe/Archivos/Biblioteca/2.1.6.pdf>
- Caro V., F. de J., Machuca S., M. L., Serrano A., V., y Montes H., S. (2012). *Guía Técnica para la descripcion varietal de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.)*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Jalisco. México pp.1-32.
- Casteel, A., & Bridier, N. (2021). Describing Populations and Samples in Doctoral Student Research. *International Journal of Doctoral Studies*, 16, 339-362.
<https://doi.org/10.28945/4766>
- Cuesta Subía, H. X., Rivadeneira Ruales, J. E., y Monteros J., C. (2015). Mejoramiento Genético de papa: Conceptos, procedimientos, metodologías y protocolos. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*, pp.62.
<http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- De la Cruz, W. (2021). *Homologación de papas nativas cultivadas en Huánuco para la implementación de un banco regional de germoplasma* [Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5133/de-la-cruz-pinedo-wilmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Descriptores en Ciencias de la Salud. (2023). *Cruzamientos Genéticos*.
<https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=3450#:~:text=CRUZAMIENTO>
deliberado de dos individuos, o de especies estrechamente relacionadas., el 6 de setiembre de 2023.



- Devaux, A., Goffart, J.-P., Petsakos, A., Kromann, P., Gatto, M., Okello, J., Suarez, V., y Hareau, G. (2020). *Global Food Security, Contributions from Sustainable Potato Agri-Food Systems* (T. P. Crop (ed.); pp. 3-35). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_1
- Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., y Stahl, D. (2011). *Cluster Analysis* (5.^a ed.). (pp.1-348).
- FAO. (2003). *Glosario sobre recursos genéticos forestales*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italia- Roma (pp. 1-50). <http://iufro.boku.ac.at/silvavoc/glossary/>.The
- FAO. (2022). *Food and Agriculture Organisation of the United Nations FAOSTAT*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed on 22 March 2022).
- Gamboa L., C. (2019). *Evaluación agronómica y fenotípica de 44 cultivares de papa nativa (Solanum sp.), Chiara 3600 msnm - Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3584>
- García Meza, P. R. (2021). *Morfología y concentración de Hierro y Zinc en tubérculos de clones avanzados de papas nativas (Solanum spp.) en Cusco* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5065>
- Gómez, R. (2004). Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas. *Centro Internacional de la papa (CIP)*, (pp.1-28). <https://www.researchgate.net/publication/267991711>
- Gravetter, F. J., y Wallnau, L. B. (2016). *Statistics for the behavioral sciences* (Cengage Learning pp. 1-175 (ed.); Vol. 10).



- Guerrero Pinilla, J. A. (2010). *Caracterización Morfológica y Agronómica del Piñón (Jatropha curcas L.) en la Colección Nacional de Germoplasma de Corpoica La Libertad*. [Universidad de los Llanos Colombia].
https://catalogo.unillanos.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=30069&shelfbrowse_itemnumber=53447
- Hanco, Y. A. (2023). *Comparativo de ocho clones de papa tetraploide con alto contenido de zinc y dos variedades en el Centro Experimental Illpa campaña 2020-2021* [Universidad Nacional del Altiplano Puno].
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19869>
- Hernández Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México. En *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales (RUDICS)* (Vol. 10, Número 18).
<https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Hernández Villarreal, A. E. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 113-118.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15741/revbio.02.03.05>
- Huaman, Z. (1986). Botánica sistemática y morfología de la papa. En *Centro Internacional de la Papa* (6.^a ed., Vol. 6, p. p.(pp.)1-27).
https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABD595.pdf
- Ignacio Cárdenas, S., Gonzales Pariona, F. J., y Jacobo Salinas, S. S. (2022). Caracterización morfológica de papas nativas (*Solanum tuberosum* L. Grupo Andigenum) de Huánuco. *Revista Investigación Agraria*, 4(2), 13-25.
<https://doi.org/10.47840/ReInA.4.2.1394>



- INIA. (2002). *Papa compendio de información técnica* (1.^a ed.).
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/862>
- INIA. (2016). *Descriptorios mínimos de papa (solanum sp) para el registro nacional de la papa nativa peruana* (2.^a ed.). <https://repositorio.inia.gob.pe/items/f2792184-a149-44c1-9f1c-e865bad39f7b>
- Inostroza F., J., Méndez L., P., Sotomayor T., L., y Carillanca. (2009). *Botánica y morfología de la papa* (pp. 1-7). Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/7281>
- Krystyjan, M., Gumul, D., Areczuk, A., y Khachatryan, G. (2022). Comparison of physico-chemical parameters and rheological properties of starch isolated from coloured potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and yellow potatoes. *Food Hydrocolloids*, 131(May), 107829. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107829>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. República Federal de Alemania (pp. 1- 346).
- Lanka, E., Lanka, S., Rostron, A., y Singh, P. (2021). Why We Need Qualitative Research in Management Studies. *Revista de Administração Contemporânea*, 25(2), 1-8.
<https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2021200297.en>
- Livisi, L. (2017). *Caracterización agromorfológica de dos clones y dos cultivares de papa (Solanum tuberosum L.) con tolerancia a heladas en condiciones agroecológicas de Illpa - Puno* [Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10693>
- López, Y., y Salomón, J. (2022). La reproducción de tubérculos de papa (*Solanum*



- tuberosum* L.), a partir de su semilla sexual. *Ministerio de Educación Superior. Cuba Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, (pp. 1-13). <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Mestas H., M. U. (2021). *Comparativo de ocho clones de papa (Solanum tuberosum L.) tetraploides biofortificados con alto contenido de zinc, en el Centro Experimental Camacani-Puno, campaña 2020-2021* [Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20290>
- Murtagh, F., y Legendre, P. (2014). Ward's Hierarchical Agglomerative Clustering Method: Which Algorithms Implement Ward's Criterion? *Journal of Classification*, 31(3), 274-295. <https://doi.org/10.1007/s00357-014-9161-z>
- Ojeda Vega, S. (2019). *Caracterización morfológica y agronómica de ecotipos de papa nativa (Solanum spp.) San José de Chontaya – Pampachiri – Andahuaylas – Apurímac- 2018* [Universidad Tecnológica de los Andes]. <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/256>
- Orihuela, E. B. (2018). *Caracterización y evaluación agronómica de papas nativas en la Estación Experimental de Patacamaya* [Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18403>
- Otiniano, R. (2017). Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú. En *Asociación pataz, La libertad Perú* (1.^a ed., Vol. 1). <https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>
- Palomino, L., Amoros, W., Burgos, G., Salas, E., Bonierbale, M., y Palomino, J. (2014). Selección de papas pigmentadas diploides con valor agregado. *Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)*, 1-171.



<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/795>

Palumbo, F., Galvao, A. C., Nicoletto, C., Sambo, P., y Barcaccia, G. (2019). Diversity Analysis of Sweet Potato Genetic Resources Using Morphological and Qualitative Traits and Molecular Markers. *Genes*, 10(11), 840. <https://doi.org/10.3390/genes10110840>

Puma Vilca, R. (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://hdl.handle.net/20.500.12918/6660>

Quishpe T., R. G. (2017). *Caracterización morfológica de dos clones de papa (Solanum tuberosum L.), en la provincia de Pichincha e Imbabura* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13832>

Quispe Sucapuca, K. (2019). *Calidad Nutricional y Productividad de Clones de Papa (Solanum tuberosum L.) con Pulpa de Pigmentación Morada en la Localidad de Salcedo – Puno* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18524>

Ramirez Q., G. (2021). *Rendimiento de 750 Híbridos de la Cruza de la Variedad Cceccorani (Solanum stenotomum) con Cinco Variedades de Pulpa Coloreada, Lircay* [Universidad para el Desarrollo Andino]. <http://repositorio.udea.edu.pe/handle/UDEA/157>

Riveros L., L. M., Benhur C., N., Lopez K., L., Soto S., J. C., Pinzón, A. M., Mosquera V., T., y Roda, F. (2022). Uncovering anthocyanin diversity in potato landraces (*Solanum tuberosum* L. Phureja) using RNA-seq. *PLOS ONE*, 17(9), e0273982.



<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273982>

Ruiz de Arcaute, R., Carrasco, A., Ortega, F., Rodriguez-Quijano, M., y Carrillo, J. M. (2022). Evaluation of Genetic Resources in a Potato Breeding Program for Chip Quality. *Agronomy*, 12(5), 1142. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051142>

Sullca, F. (2024). *Caracterización morfológica de 46 progenies provenientes de cruizas de papa (Solanum tuberosum L.) F1*. Universidad Nacional Del Altiplano Universidad Nacional Del Altiplano.

Taherdoost, H. (2022). What are Different Research Approaches? Comprehensive Review of Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Research, Their Applications, Types, and Limitations. *Journal of Management Science & Engineering Research*, 5(1), 53-63. <https://doi.org/10.30564/jmser.v5i1.4538>

Tapia, H. J. (2017). *Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (Solanum tuberosum L. Grupo Phureja) de la región Cajamarca* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1673>

Tene S., E. C. (2024). *Caracterización morfológica y evaluación agronómica de tres variedades nativas de papa (Solanum spp.) provenientes del cantón Saraguro, provincia de Loja* [Universidad Nacional de Loja Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Ecuador]. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS.pdf>

Tirado Lara, R., y Tirado Malaver, R. (2018). Behavior of biometric parameters clones for the obtaining of potato baby with pigmented flesh. *Scientia Agropecuaria pp. 1-10*, 9(3). <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.11>

Tirado Lara, R., Tirado Malaver, R., Mayta Huatuco, E., y Amoros Briones, W. (2020).



- Identification of pigmented-fleshed potato clones of high marketable yield and better frying quality: Stability and multivariate analysis of genotype-environment interaction. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 1-12.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.04>
- Tirado, R. (2021). *Evaluación y selección de clones de papa de pulpa pigmentada en condiciones ambientales de la Región Cajamarca* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16841>
- Tito, F., y Hidalgo, R. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos. En *Análisis Estadístico* (8.^a ed.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
<https://hdl.handle.net/10568/104374>
- Travina, S. N. (2021). Revealing the potential of potato varieties with colored pulp in the conditions of the Murmansk region. *VAVILOVIA*, 4(1), 36-47.
<https://doi.org/10.30901/2658-3860-2021-1-36-47>
- UPOV. (2004). Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad de *Solanum tuberosum* L. *Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) Ginebra- Suiza*, pp., 1-30.

ANEXOS

ANEXO 1. Panel de fotografías de la ejecución del proyecto del trabajo de investigación



Semillas botánicas en bandejas de polipropileno para su germinación, laboratorio de fitopatología de la EPIA



Semillas botánicas con temperatura controlada $\pm 25^{\circ}\text{C}$ un periodo de 10 a 15 días, Laboratorio de fitopatología.



(a) Orificios donde se colocaron las plántulas al momento del trasplante, utilizando una regla como referencia

(b) Trasplante de las plántulas germinadas en el invernadero del programa de papa EPIA el 24-07-2022



(c) Semilla botánica de la papa germinada con par de hojas cotiledonales

(d) Cobertura de plástico después del trasplante en el invernadero del programa de papa EPIA.



Desarrollo de las plántulas trasplantadas en el invernadero del programa de papa EPIA.



Elaboración de letreros para la parcela de investigación a base de triplay



Señalización de la parcela de investigación, invernadero de programa de papa EPIA



Caracterización morfológica de la papa utilizando descriptores mínimos de papa (*Solanum sp*)



Cosecha de los tuberculillos de papa 06/03/2023, invernadero de programa de papa EPIA



Tuberculillos obtenidos en la cosecha de progenies, invernadero de programa de papa EPIA.



Tuberculillos obtenidos puestos en envolturas de papel con sus respectivos códigos.



(e) Peso de tuberculillos por progenie 517418.

(f) Peso de los tuberculillos por planta progenie 517466.



ANEXO 2. Resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas en el trabajo de investigación.

Tabla 15

Las 46 progenies con los progenitores correspondientes, el número de semillas empleadas por cada una, así como la fecha de instalación para su germinación.

N°	Código	Madre	Padre	N° de semillas	Fecha de instalación en el laboratorio
1	517524	511124	706172(2539)	99	14/07/2022
2	517556	509310.18	H3S163P1(2839)	100	14/07/2022
3	517514	Amarillo Tumbay	706727(2566)	100	14/07/2022
4	517410	Olonos	H3163P1(2837)	100	22/07/2022
5	517436	509160.01	706172(2542)	99	22/07/2022
6	517485	511582	H3S163P1(2839)	100	22/07/2022
7	517467	509310.08	H3S163P1(2837)	96	22/07/2022
8	517417	304242	H3559P2(2835)	98	22/07/2022
9	517466	513501	H3559P2(2835)	100	22/07/2022
10	517409	706727.257	511121(1)	98	22/07/2022
11	517506	511242	H3S16381(2839)	100	22/07/2022
12	517425	Yungay	706727(2566)	100	22/07/2022
13	517552	509160.01	706727(2566)	100	22/07/2022
14	517416			100	22/07/2022
15	517478	509310.18	754417(2563)	100	22/07/2022
16	517545	511188.11	703825(2557)	100	22/07/2022
17	517486	507600.145	H3S16381(2839)	90	22/07/2022
18	517452	PAT 12	706172(2539)	100	22/07/2022
19	517487			98	27/07/2022
20	517553	Yana Huayro	7061722539	100	27/07/2022
21	517537	511220.6	H6S170PS(28369)	100	27/07/2022
22	517418	Renacimiento	703912(2545)	100	3/08/2022
23	517413	Renacimiento	706727(2566)	96	3/08/2022
24	517434	703905.527	303912(213)	97	3/08/2022



25	517421	Unknow	H3S59P1(2834)	98	3/08/2022
26	517479			99	3/08/2022
27	517438	Clon Azul	705454(2539)	95	3/08/2022
28	517422	507130.4	703825(2527)	99	3/08/2022
29	517544	511124.01	H6S170P5(2836)	99	4/08/2022
30	517424	509160.01	H6S170PS(2836)	100	4/08/2022
31	517419	303851.601	706172(2539)	100	4/08/2022
32	517534	511116.5	706172(2539)	99	4/08/2022
33	517498	507130.7	706172(2539)	97	4/08/2022
34	517495			100	4/08/2022
35	517517	511124	H3S163P1(2839)	97	11/08/2022
36	517458	50111	704417(2563)	100	11/08/2022
37	517533	503910.8	706172(2539)	99	11/08/2022
38	517503	703415.255	511124(CA)	98	11/08/2022
39	517301	703365.255	Clon Azul	99	11/08/2022
40	517525	507500.121	703825(2557)	97	11/08/2022
41	517530	507130.7	H3S59P2(2835)	100	11/08/2022
42	517305	303912.213	706727(2566)	100	11/08/2022
43	517412	Azul509310(18)	706172(2542)	98	11/08/2022
44	517411	amarillo Tumbay	706172(2539)	99	11/08/2022
45	517429	5091404.04	706172(2539)	97	11/08/2022
46	517493	501120.46	705454(2539)	96	11/08/2022

Tabla 16

Número de tubercuillos por progenie, y peso acumulado por progenie de cinco plantas representativas seleccionados

N°	Código	Número de tubérculos por código (unidad)	Peso total por código en gramos (g)	N°	Código	Número de tubérculos por código (unidad)	Peso total por código en gramos (g)
1	517556	14	38	16	517486	25	62
2	517514	41	109	17	517452	67	249
3	517410	52	166	18	517418	47	151
4	517436	74	483	19	517413	10	16
5	517485	66	376	20	517479	7	28
6	517467	32	179	21	517438	17	53
7	517417	30	81	22	517422	6	46
8	517466	70	599	23	517424	16	112
9	517409	20	109	24	517495	32	168
10	517506	16	45	25	517533	5	2
11	517425	80	210	26	517301	14	33
12	517552	110	294	27	517525	16	117
13	517416	20	34	28	517530	6	9
14	517478	38	72	29	517305	9	18
15	517545	38	72	30	517493	13	19



Tabla 17

Progenies seleccionadas por su rendimiento y presencia de pigmentación en la pulpa.

N°	Código	Madre	Padre	Calificación
1	517556	509310.18	H3S163P1(2839)	*
2	517514	Amarillo Tumbay	706727(2566)	*
3	517410	Olonos	H3163P1(2837)	*
4	517436	509160.01	706172(2542)	*
5	517485	511582	H3S163P1(2839)	*
6	517467	509310.08	H35163P1(2837)	*
7	517417	304242	H3559P2(2835)	*
8	517466	513501	H3559P2(2835)	***
9	517409	706727.2566	511121(1)	*
10	517506	511242	H3S16381(2839)	*
11	517425	Yungay	706727(2566)	*
12	517552	509160.01	706727(2566)	**
13	517416			*
14	517478	509310.18	754417(2563)	*
15	517545	511188.11	703825(2557)	**
16	517486	507600.145	H3S16381(2839)	**
17	517452	PAT 12	706172(2539)	***
18	517418	Renacimiento	703912(2545)	***
19	517413	Renacimiento	706727(2566)	*
20	517479			*
21	517438	Clon Azul	705454(2539)	**
22	517422	507130.4	703825(2527)	**
23	517424	509160.01	H6S170PS(2836)	***
24	517495			***
25	517533	503910.8	706172(2539)	*
26	517301	703365.2548	Clon Azul	**
27	517525	507500.121	703825(2557)	***
28	517530	507130.7	H3S59P2(2835)	**
29	517305	303912.213	706727(2566)	*
30	517493	501120.46	705454(2539)	**

En la Tabla 17 se presenta progenies que tuvieron mayor rendimiento y buen comportamiento en las características morfológicas y agronómicas evaluadas



ANEXO 3. Diámetro del tallo y de la altura de la planta.

Tabla 18

Promedio del diámetro del tallo y de la altura de la planta

N°	Código	Diámetro del tallo en (mm)	Altura de la planta (cm.)
1	517556	10	81
2	517514	7	43
3	517410	7.8	102
4	517436	12.4	104
5	517485	6.4	34.1
6	517467	9.4	34.1
7	517417	7.9	103
8	517466	7.6	37.7
9	517409	9.4	39.5
10	517506	6.1	72.2
11	517425	7.8	95.6
12	517552	7.7	101
13	517416	7.5	70.8
14	517478	5.5	75.1
15	517545	7.7	84.6
16	517486	6.1	88
17	517452	7	70.6
18	517418	9.1	105
19	517413	9.4	104
20	517479	4.9	84.6
21	517438	6.7	75.1
22	517422	8.1	48.5
23	517424	6.1	63.2
24	517495	7.8	29.9
25	517533	7.8	40.7
26	517301	4.9	58.6
27	517530	5.5	69.7
28	517525	6.2	72.2
29	517305	6.7	59.3
30	517493	8.6	75



ANEXO 4. Declaración jurada de autenticidad de tesis.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Raúl Tocoila Chambi
identificado con DNI 71935700 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Caracterización morfológica y evaluación Agronómica
de brogenios Provenientes de Cruzas de papa
(*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de Diciembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 5. Autorización para el depósito de tesis al repositorio institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



VRI
Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Raúl Trcoila Chambi
identificado con DNI 71935700 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/a Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Caracterización morfológica y Evaluación Agronómica de progenies provenientes de Cruzas de papa (Solanum tuberosum L.) con pulpa pigmentada para la obtención de

Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de Diciembre del 2024



FIRMA (obligatoria)



Huella