

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



Presentado por

RODINA QUISPE ALTAMIRANO

**INFLUENCIA DE LA VARIEDAD EN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y RENDIMIENTO DE
TUNTA LAVADA**

Asesor:

MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA

Co-Asesor:

Ing. RIDHER REMIGIO ANTAY CCACCYA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



Presentado por

RODINA QUISPE ALTAMIRANO

**INFLUENCIA DE LA VARIEDAD EN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y RENDIMIENTO DE
TUNTA LAVADA**

Asesor:

MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA

Co-Asesor:

Ing. RIDHER REMIGIO ANTAY CCACCYA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2023



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL DE LA UNAJMA**

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de José María Arguedas, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 0203-2021 que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de José María Arguedas.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos: Rodina Quispe Altamirano

DNI / Carnet de Extranjería: 47152984

Pasaporte N°:

Correo Institucional: 100762014@unajma.edu.pe

Teléfono/Celular: 970849599

Correo Electrónico: rodinaquispe@gmail.com

2. GRADO, TÍTULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magíster	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

Tesis	Trabajo Académico	Trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia profesional
X			



4. DATOS DE LA PUBLICACION

Título: Influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada

Fecha de Publicación:

5. DATOS DEL ASESOR

Nombres y Apellidos: Thomas Ancco Vizcarra

DNI/Pasaporte/Cédula: 01777376

ORCID: 0000-0003-3069-6195

CO-ASESOR

Nombres y Apellidos: Ridher Remigio Antay Ccaccya

DNI/Pasaporte/Cédula: 45638414

ORCID:

.....
47152984

Rodina Quispe Altamirano



LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAJMA.

Con la autorización de depósito de mi trabajo de investigación otorgo a la Universidad Nacional de José María Arguedas, una Licencia No Exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAJMA, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la Universidad Nacional de José María Arguedas, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Nacional de José María Arguedas consignará el nombre del/los autores/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) SI autorizo que se deposite inmediatamente.

() No autorizo.

Fecha: 1 de julio de 2024

47152984

Rodina Quispe Altamirano





APROBACION DEL ASESOR

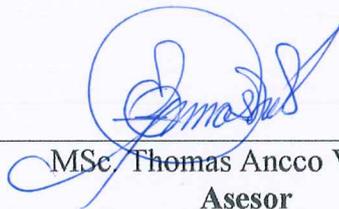
Quién suscribe:

MSc. Thomas Ancco Vizcarra, por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, RODINA QUISPE ALTAMIRANO ha culminado satisfactoriamente el Informe Final de Tesis intitulado: "Influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada" para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Talavera, 21 de diciembre de 2023



MSc. Thomas Ancco Vizcarra
Asesor



Rodina Quispe Altamirano
Tesisista



APROBACION DEL CO-ASESOR

Quién suscribe:

Ing. Ridher Remigio Antay Ccaccya, por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, RODINA QUISPE ALTAMIRANO ha culminado satisfactoriamente el Informe Final de Tesis intitulado: “Influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada” para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Talavera, 21 de diciembre de 2023

Ing. Ridher Remigio Antay Ccaccya
Co-Asesor

Rodina Quispe Altamirano
Tesisista



FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Av. 28 de julio N° 1103 del Local Académico SL02 (Santa Rosa) en el Salón de Grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la Reyna de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 08:00 horas del día miércoles 29 de noviembre del año 2023, se reunieron los docentes: Dra. Rosa Huaraca Aparco, Mag. Dianeth Buleje Campos, Ing. Juvenal Rivas Leguía, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "INFLUENCIA DE LA VARIEDAD EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y RENDIMIENTO DE TUNTA LAVADA", cuya autora es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial RODINA QUISPE ALTAMIRANO, el asesor MSc. Thomas Ancco Vizcarra y el co-asesor Ing. Ridher Remigio Antay Ccaccya, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ: Aprobar** por **Unanimidad** a la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial RODINA QUISPE ALTAMIRANO, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
16	Dieciseis	Muy Bueno

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

Dra. Rosa Huaraca Aparco
Presidente del Jurado Evaluador

Mag. Dianeth Buleje Campos
Primer Miembro del Jurado Evaluador

Ing. Juvenal Rivas Leguía
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: “Influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada”; para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

PRESIDENTE: Dra. Rosa Huaraca Aparco

PRIMER MIEMBRO: Mag. Dianeth Buleje Campos

SEGUNDO MIEMBRO: Ing. Juvenal Rivas Leguía

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD, en la ciudad de Andahuaylas el día 29 del mes de noviembre de 2023.

Talavera, 21 de diciembre de 2023.

Dra. Rosa Huaraca Aparco
PRESIDENTE DEL JURADO DICTAMINADOR

Mag. Dianeth Buleje Campos
PRIMER MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR

Ing. Juvenal Rivas Leguía
SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR

NOMBRE DEL TRABAJO

INFLUENCIA DE LA VARIEDAD EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y RENDIMIENTO DE TUNTA LAVADA

AUTOR

RODINA QUISPE ALTAMIRANO

RECUENTO DE PALABRAS

18617 Words

RECUENTO DE CARACTERES

100860 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

111 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

812.0KB

FECHA DE ENTREGA

Jun 12, 2024 12:26 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 12, 2024 12:28 PM GMT-5

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)


 UNIVERSIDAD NACIONAL
 JOSÉ MARÍA ABREGADO

 Msc. Thomas Ancco Vizcarra
 DOCENTE



 Ridher R. Artañ Ccaccya
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 CIP: 214827


 47152984

● 10% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.unajma.edu.pe Internet	2%
2	hdl.handle.net Internet	1%
3	papaslatinas.org Internet	<1%
4	slideshare.net Internet	<1%
5	repositorio.unsa.edu.pe Internet	<1%
6	tesis.ucsm.edu.pe Internet	<1%
7	repositorio.upct.es Internet	<1%
8	secgen.unajma.edu.pe Internet	<1%


 UNIVERSIDAD NACIONAL
 JOSE MARIA ARGUEDAS

 Msc. Thomas Anco Vizcarra
 DOCENTE



 Ridher R. Antay Ccaccya
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 CIP: 214827


 47152984

9	repositorio.inia.gob.pe Internet	<1%
10	oa.upm.es Internet	<1%
11	ullking.gilead.org.il Internet	<1%
12	tejidosvegetales17.blogspot.com Internet	<1%
13	agraria.pe Internet	<1%
14	ciencia.lasalle.edu.co Internet	<1%
15	repositorio.unjfsc.edu.pe Internet	<1%
16	proinpa.org Internet	<1%
17	sired.udenar.edu.co Internet	<1%
18	digital.cic.gba.gob.ar Internet	<1%
19	yumpu.com Internet	<1%
20	repositorio.unheval.edu.pe Internet	<1%


 UNIVERSIDAD NACIONAL
 JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

 Msc. Thomas Ancco Vizcarra
 DOCENTE




 Ridher R. Antay Ccaccya
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 CIP: 214827


 47152984

21	1library.co Internet	<1%
22	repositorio.ulasamericas.edu.pe Internet	<1%
23	repositorio.lamolina.edu.pe Internet	<1%
24	repositorio.unap.edu.pe Internet	<1%
25	es.slideshare.net Internet	<1%
26	repositorio.unaj.edu.pe:8080 Internet	<1%
27	repositorio.unjbg.edu.pe Internet	<1%
28	powtoon.com Internet	<1%
29	revista.ibp.co.cu Internet	<1%



 UNIVERSIDAD NACIONAL
 JOSÉ MARÍA ARGÜEDAS
 Msc. Thomas Mico Vizcarra
 DOCENTE




 Ridher R. Antay Ccaccya
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 CIP: 214827



 47152984



Andahuaylas, 9 de enero de 2024

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, expide la:

Constancia

De porcentaje de similitud (10%) según el software Turnitin, al informe final de investigación: Influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada. Presentado por la Bach. Rodina Quispe Altamirano cuyo Asesor es el MSc. Thomas Ancco Vizcarra y Coasesor el Ing. Ridher Remigio Antay Ccaccya.

Dra. María del Carmen Delgado Laime
Presidente de la Unidad de Investigación de la
Facultad de Ingeniería

MSc. Fidelia Tapia Tadeo
Miembro de la
Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

M.Sc. Richard Carrión Abollaneda
Miembro de la
Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

C.c
Archivo.

DEDICATORIA

En primer lugar, la presente tesis dedico a Dios Eterno, Creador de los cielos, la tierra y de todo lo que existe.

Con cariño y gratitud a mi familia.

A todas las personas que han ayudado de distintas maneras en esta etapa de estudio.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, gracias doy a Dios Todopoderoso. Todo aquello que puedo hacer hoy, puedo agradecer y lo que tengo. Todo lo que hizo, hace y hará. Gracias a él todo sin Dios no soy nada. «Es inmenso e infinito tu grandeza, tu poder, tu gloria, tu dominio, tu entendimiento, tus hechos poderosos, tu amor, tu misericordia para con todos, tu gracia, tu sabiduría, tu justicia, tu refugio. Tu Palabra, no desamparas, nos permites contemplar tus obras y maravillas. Nada hay imposible para ti. Gracias, Dios».

Expreso mi agradecimiento hoy y siempre a mi familia.

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional José María Arguedas; EPIA, por haberme acogido, brindado oportunidades y a sus docentes.

Agradezco al asesor de esta tesis, MSc. Thomas Ancco Vizcarra quien me ha aceptado para orientar en la elaboración y el desarrollo, de su tiempo, sugerencias, aportes valiosos, haber compartido su conocimiento en la ejecución de tesis. De igual manera al co-asesor, Ing. Ridher Remigio Antay Ccacuya, de su tiempo, sugerencias, aportes, haber compartido su conocimiento en la realización de tesis.

Un agradecimiento a los miembros de jurado evaluador, Dra. Rosa Huaraca Aparco, Mag. Dianeth Buleje Campos e Ing. Juvenal Rivas Leguía, de sus tiempos, aportes y sugerencias al desarrollo, revisión y culminación de la presente tesis.

También quiero agradecer a las amistades, profesionales, compañeras (os) del estudio y a todas las personas. Asimismo, a los socios de la Cooperativa Agraria de Servicios Múltiples Tesoro Chanka.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y UNIDADES	xxi
RESUMEN	xxiv
ABSTRACT.....	xxv
CHUMASQA.....	xxvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Situación problemática.....	3
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos de la investigación	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	5

1.4. Justificación de la investigación.....	5
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	19
3.1. Bases teóricas.....	19
3.1.1. Papa (Solanum tuberosum)	19
3.1.1.1. Clasificación botánica	19
3.1.1.2. Estructura de la papa.....	20
3.1.1.3. Variedad.....	24
3.1.2. Tunta	26
3.1.3. Proceso de Lavado de Tunta	28
3.1.4. Dureza.....	29
3.1.5. Color	30
3.1.6. Pardeamiento Enzimático	33
3.1.7. Rendimiento.....	35
3.2. Marco conceptual	36
3.3. Formulación de hipótesis	37
3.3.1. Hipótesis general.....	37
3.3.2. Hipótesis específicas.....	38

3.4. Identificación de variables	38
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	39
4.1. Lugar de ejecución	39
4.2. Materiales, instrumentos y equipos.....	39
4.3. Población y muestra	40
4.4. Tipo de investigación	41
4.5. Metodología experimental	41
4.6. Método de análisis.....	45
4.7. Metodologías empleadas	46
4.8. Diseño experimental.....	47
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Diseño de contrastación y variables.....	38
Tabla 2 Matriz de diseño experimental.....	48
Tabla 3 Tabla de recolección de datos	48
Tabla 4 Tabla de ANDEVA para DCA	49
Tabla 5 Prueba de Tukey para Dureza de Tunta Lavada	53
Tabla 6 Prueba de Tukey para Luminosidad (L*) de Tunta Lavada por Variedad	54
Tabla 7 Prueba de Tukey para Luminosidad (L*) de Tunta Lavada por Día	55
Tabla 8 Prueba de Tukey para Variación de Color (ΔE) de Tunta Lavada en Variedad	57
Tabla 9 Prueba de Tukey para Variación de Color (ΔE) de Tunta Lavada en Día.....	58
Tabla 10 Prueba de Tukey para Croma (C*) de Tunta Lavada en Variedad	59
Tabla 11 Prueba de Tukey para Croma (C*) en Tunta Lavada por Días de Lavado	60
Tabla 12 Prueba de Tukey para Tono (h*) de Tunta Lavada en Variedad	61
Tabla 13 Prueba de Tukey para Tono (h*) de Tunta Lavada según los Día.....	62
Tabla 14 Prueba de Tukey para rendimiento de tunta lavada	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 El Tubérculo Papa.	20
Figura 2 Estructura del Tubérculo Papa	21
Figura 3 Coordenadas de Color.	31
Figura 4 Acción de la Polifenol oxidasa sobre los compuestos fenólicos.	33
Figura 5 Estructura Química de la Fenolasa.	34
Figura 6 Diagrama de bloques para el procesamiento de tunta.	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	80
Anexo 2. Métodos de análisis.....	81
Anexo 3. Análisis de Varianza para Dureza de Tunta Lavada	83
Anexo 4. Análisis de Varianza para Luminosidad (L^*) de Tunta Lavada	83
Anexo 5. Análisis de Varianza para Variación de Color (ΔE) de Tunta Lavada	84
Anexo 6. Análisis de Varianza para Croma (C^*) de Tunta Lavada	84
Anexo 7. Análisis de Varianza para Tono (h^*) de Tunta Lavada	85
Anexo 8. Análisis de Varianza para Rendimiento de Tunta Lavada.....	85

ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y UNIDADES

ANDEVA	Análisis de varianza
a*, b*	Coordenadas cromáticas
AL	Almidón
BPP	Buenas Prácticas de Procesamiento
CIELAB	Modelo cromático usado para describir todos los colores
cm	Centímetros
CIP	Centro Internacional de la Papa
C	Canchán
CH	Chaska
D	Dureza
DCA	Diseño Completamente al Azar
C*	Croma
°C	Grados Celsius
g	Gramos
GE	Gravedad Específica
H*	Tonalidad
H ₀	Hipótesis nula
H _A	Hipótesis alterna

INIA	Instituto de Investigación Agropecuarias
INCOPA	Innovación y Competitividad de la Papa
kg	Kilogramo
kg-f	Kilogramo fuerza
kcal	Kilocaloría
MINAG	Ministerio de Agricultura
mg	Miligramos
ml	Mililitros
MS	Materia seca
NTP	Norma Técnica Peruana
O ₂	Oxígeno
pms	Peso de muestra seca en g
pmh	Peso de muestra húmeda en g
PFO	Polifenol Oxidasas
R	Repetición
Ren	Rendimiento
TRA	Tratamiento
μ	Media global
V	Variedad

W	Peso de la muestra en el aire
W_{agua}	Peso en el agua
Y_{ij}	Modelo que implica que DCA actúa a las más dos fuentes de variabilidad
Y	Yungay
$\%$	Porcentaje
τ_i	Medición que corresponde al tratamiento i
ϵ_{ij}	Error atribuible a la medición

RESUMEN

El proceso de transformación de papa en tunta es una de las alternativas tradicionales que soluciona problemas relacionados con la conservación, almacenamiento y preparación de la papa. La deficiente calidad de la tunta comercial, es debido al inadecuado lavado al que se somete en convertir la papa en tunta. El objetivo del estudio fue “Evaluar la influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada”, se utilizaron muestras de papas Canchán, Yungay y Chaska, que fueron sometidas a proceso de lavado donde se evaluaron la dureza, color y el rendimiento como tunta. La dureza se determinó por el método de punción, el color de la tunta por método del índice de blancura y el rendimiento por el método de pesada. Los resultados fueron evaluados por pruebas estadísticas y pruebas de comparaciones múltiples de Tukey al 95% de nivel de confianza. Se encontró que la variedad Chaska presentó una dureza (16.47 ± 5 kg-f) significativamente mayor que las variedades Canchán (1.58 ± 0.9 kg-f) y Yungay (1.15 ± 0.7 kg-f). En cuanto a los parámetros de color; al final del proceso de lavado, no se encontraron diferencias significativas en la luminosidad (L^*) entre variedades, sin embargo a medida que transcurren los días de lavado si manifestaron cambios significativos en L^* ; asimismo se observaron diferencias significativas en la variación del color (ΔE) con un valor global de 29.58 unidades, croma (C^*) de 31.24 unidades y tono (h^*) de 19.22 unidades. En cuanto al rendimiento, se encontró que la variedad Canchán con 42% presentó mayor rendimiento, a diferencia de la variedad Chaska (35.33%) y Yungay (25.17%) que presentaron menor rendimiento. Se concluye que la variedad Chaska fue la más resistente y dura al lavado, con un valor promedio de dureza 16.47 ± 5 kg-f., mucho mayor que las variedades Canchán y Yungay. Se concluye que, la luminosidad (L^*) de la tunta aumentó gradualmente a medida que transcurre los días de lavado, alcanzando un valor máximo de $L=71.98$. La variación del color (ΔE) fue dependiente de la variedad y el tiempo de lavado. El rendimiento de la tunta lavada también fue influenciado por la variedad Canchán y Chaska que presentaron rendimiento mayor diferencia de Yungay.

Palabras clave: Color, dureza, lavado, rendimiento, tunta.

ABSTRACT

The process of transforming potatoes into “tunta” (dehydrated and washed potato) is one of the traditional alternatives that solves problems related to the conservation, storage and preparation of potatoes. The poor quality of commercial tunta is due to the inadequate washing that it undergoes to convert the potato into tunta. The objective of the study was to “Evaluate the influence of the variety on the physical characteristics and yield of washed tunta”, samples of Canchán, Yungay and Chaska potatoes were used, which were subjected to a washing process where the hardness, color and the performance as a tuna. The hardness was determined by the puncture method, the color of the seed by the whiteness index method and the yield by the weighing method. The results were evaluated by statistical tests and Tukey's multiple comparison tests at the 95% confidence level. It was found that the Chaska variety presented a hardness (16.47 ± 5 kg-f) significantly higher than the Canchán (1.58 ± 0.9 kg-f) and Yungay (1.15 ± 0.7 kg-f) varieties. Regarding color parameters; At the end of the washing process, no significant differences were found in luminosity (L^*) between varieties, however as the washing days passed, they did show significant changes in L^* ; Significant differences were also observed in color variation (ΔE) with a global value of 29.58 units, chroma (C^*) of 31.24 units and tone (h^*) of 19.22 units. Regarding yield, it was found that the Canchán variety with 42% presented a higher yield, unlike the Chaska (35.33%) and Yungay (25.17%) variety, which presented a lower yield. It is concluded that the Chaska variety was the most resistant and hard to washing, with an average hardness value of 16.47 ± 5 kg-f., much higher than the Canchán and Yungay varieties. It is concluded that the luminosity (L^*) of the tuta gradually increased as the washing days passed, reaching a maximum value of $L=71.98$. Color variation (ΔE) was dependent on the variety and washing time. The yield of washed tunta was also influenced by the Canchán and Chaska varieties, which presented greater yields than Yungay.

Keywords: Color, hardness, wash, performance, tunta.

CHUMASQA

Papa kawsayta chuñu rurayman churayqa ñawpamanta pacha ruraymi, chaywanmi kawsay waqaychayta atiparanku, papata waqaychayta hukman tikraymi. Chuñu mana allin rantipakunapaq rurasqam, chaymi mana allin maqchisqa chay papa chuñuman tikrasqa kachkaspa. Kay yachaypa maskasqanqa “Qatipay imahinatam chay chuñu maqchisqa tarikunman mayqin kaqkuna kawsayman hina” kanchan papakunatam, Yunqaytam chaynallataq Chaskatam qatiparqa, kay kawsaykunam maqchiyman churasqa karqaku, chaypim imahinam kapkan, llimpin, achka kaynin chuñupa qawachikurqa. Kapka kaynintam yakunta suquchispa riqsina, imahinam chuñupa llimpin kaynintam mayna yuraq kayman hina riqsina, achka kayninta llasaqninman hina riqsina. Imahina tarikusqantam qatipakurqa chay estadística achka qatipayman hina, chaypin Tukey qatipay 95% allin kayman ayparqa. Chaska kawsaypim kapka kaynin tarikurqa (16.47±5 kg-f) huknin kanchan kawsaymantapas aswanqa allinpuni (1.58±0.9 kg-f) Yunqayñataq (1.15±0.7 kg-f). Llinpipa kasqanman hinataqmi; maqchiypa tukusqanman hina, yaqa lliwllan kawsaykuna niraqla yuraqkayninpi (L*) karqaku. aswanqa punchawpa risqanman hinam maqchisqa kaspanmi L* allinta tikrakuyta kachaykun, chaynallataqmi hukniraqman llimpin tikrasqata qawakurqa (ΔE), chaypa lliwllan valorninmi 29.58 unidades, croma (C*) kay 31.24 unidades hinallataq tono (h*) kay 19.22 unidades nisqan karqa. Mayna achka kasqanpim, chay Kanchan kawsaypi 42% wakinmantapas aswan achkapi tarikurqa, Chaska kaq kawsaymantaqa (35.33%) hinallataq Yunqay (25.17%) aswanqa asllaman qispinku. Tukuykuchuwani Chaska kaq kawsay aswanqa allinta kakpa maqliypa tarikun, chaymi ayparqa kapka kayninpi 16.47±5 kg-f., astawanqa allinkaqa chay Kanchan hinallataq Yunqay kawsaykunamantapas. Tukuykuchuwani chay chuyakay (L*) yuraqayyipi allimanta punchapa risqanpi hina maqllikusqanpi ayparqa kayna valorkama L=71.98. chay llimpin tikrakuyinmi (ΔE) ima kawsayman, hayka unay maqchisqaman hina tarikurqa. Achka kayninmi chuñupa maqchikusqanman hina churapakurqa chay Kanchan, chaynallataq Chaska kawsaykuna chay huknin Yunqay kawsaymantaqa.

Qapaq rimaykuna: Llimpi, kapkan, maqllisqa, achka kaynin, chuñu.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, tanto en términos de producción como de consumo. En muchos países, la papa es un alimento básico en la dieta diaria y su cultivo tiene un gran impacto económico y social.

Dentro de las variedades de papa, existen diferencias en cuanto a sus características físicas, químicas, las cuales pueden influir en su calidad, rendimiento y características organolépticas. Entre estas características, la dureza y el color son dos aspectos que pueden tener un impacto significativo en la tunta lavada, un producto derivado de la papa comúnmente consumido en diversos países.

La tunta lavada es un plato tradicional de la cocina andina y consiste en la papa deshidratada y lavada, que se utiliza en la preparación de diversos platos y como base para otros productos derivados. La calidad de la tunta lavada está directamente relacionada con las características físicas y organolépticas de las papas utilizadas en su elaboración (Ancco et al., 2023).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada. Para ello, se emplearon las variedades Canchán, Yungay y Chaska, variedades de papas comerciales con características específicas, y mediante pruebas de laboratorio se determinó la dureza de las papas, así como análisis de color y rendimiento de la tunta lavada obtenida a partir de cada variedad de papa.

Los resultados de esta investigación son de gran importancia para productores, procesadores y consumidores de tunta lavada, ya que permitirán conocer las variedades de papa más adecuadas para obtener un producto de mayor calidad y rendimiento. Asimismo, contribuirán al desarrollo de estrategias de mejora en la cadena de producción y comercialización, fomentando así la sostenibilidad y rentabilidad de este importante cultivo.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática

Una de las formas tradicional de conservar y almacenar la papa es la deshidratación en tunta o chuño blanco; este alimento se puede guardar por varios años además que no pierde sus características organolépticas, y aseguran la alimentación sobre todo del agricultor en periodos de escasas de alimento. En el contexto nacional e internacional los productos procesados, deben tener los elementos como nutrientes, calidad, mínimamente procesados, libres de aditivos, estables en el tiempo, convenientes y seguros. Según la información que proporciona el proyecto INCOPA-CIP, el mayor productor de tunta es la región Puno, con una producción 67 % del total nacional. Otras regiones productoras son Cusco (17 %), Junín (9 %), Áncash (3 %), Apurímac (2 %) y Huancavelica (2 %). Aproximadamente unas 30 mil familias peruanas se dedican en la deshidratación de papa (tunta); conocida como un alimento milenario (Ramos, 2019). La región Apurímac considerada uno de los productores de papa, pero el porcentaje de deshidratación tunta es mínima o baja (Ramos, 2019). Sin embargo el comercio local presenta tuntas de baja calidad estas se traducen en colores indeseables tiempos de rehidratación que superan las 24 horas, estos productos al someterse a cocción presentan mayor dureza, el color se acentúa a un gris ligeramente plomo oscuro con un sabor desagradable, cuya causa es las inadecuadas prácticas del proceso de lavado de la papa para obtener tunta de fácil rehidratación; se suma a ello la aplicación empírica y el parecer de los procesadores del entorno local, que por necesidad de obtener mayores ingresos cortan o reducen el tiempo de lavado de la papa hasta 15 días (Ancco et al., 2023).

Por lo que bajo este enfoque de reducción de tiempo generalizado; se genera el problema que manifiesta las tuntas con cambios de color no deseables; y al remojo se tornan desde un color oscuro negro hasta un plomo amarillento. Problema causado por el indebido control del proceso durante el lavado, además de la actuación de las enzimas polifenol oxidasas que hacen la papa se oxide y tomen el color no característico a tunta. Asimismo, estos problemas varían según la elección de la variedad de papa, la selección en cuanto al tamaño y calidad de la papa, que sobre todo cuyas consecuencias son reflejadas en los factores como son: la dureza, color y rendimiento de la tunta (Ancoco et al., 2023).

Bajo estas consideraciones el problema de la falta de calidad lograda en las papas lavadas es posible de controlar, y con ello mejorar la apariencia final de las papas (tunta) en el transcurso de lavado, proceso que requiere aplicar técnicas de control para determinar los tiempos adecuados en las que se determine y/o manifiesta los límites de cambios en el color y dureza de la papa; y también conocer el rendimiento alcanzado en las variedades de papa Canchán, Yungay y Chaska. Estos controles permitirán determinar un adecuado proceso de lavado y su estudio o análisis permitirá establecer los parámetros de producto y proceso en el lavado de la papa para convertirse en tunta que satisfaga las expectativas de los demandantes y como consecuencia es de esperar se incremente la rentabilidad económica para los productores de tunta. Es por esto que resulta relevante realizar un estudio en el proceso de lavado para obtener tuntas de calidad; un producto acorde a parámetros exigidos por la normativa nacional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál será la influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será la influencia de la variedad en la dureza de tunta lavada?
- ¿Cuál será la influencia de la variedad en el color de tunta lavada?
- ¿Cuál será la influencia de la variedad en el rendimiento de tunta lavada?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la variedad en la dureza de tunta lavada.
- Determinar la influencia de la variedad en el color de tunta lavada.
- Determinar la influencia de la variedad en el rendimiento de tunta lavada.

1.4. Justificación de la investigación

La papa es uno de los cultivos más importantes para alimentar a la población mundial. Sin embargo, a diferencia de tunta (papa congelada, lavada y secada), las papas tienen menos

posibilidades de ser conservadas por períodos largos de tiempo. La tunta es un alimento deshidratado de color blanco, peso liviano, formas y tamaños diversos, tanto redondos como alargados. Además, es fácil de rehidratar y tiene un buen sabor, textura y olor, características básicas que indican su calidad y que varían según la variedad de papa utilizada en su procesamiento. La durabilidad de la tunta es importante porque garantiza la seguridad alimentaria. Su origen es remoto y tan antiguo como el de la propia papa.

Los autores como Fonseca y Ordinola (2011) aluden que además de ser un alimento energético; contiene calcio, fósforo y hierro, y los pobladores rurales basados en su experiencia afirman que la tunta alivia los problemas estomacales como la gastritis.

La producción de papa en Andahuaylas es abundante y cuenta con diversas variedades, como Canchán, Yungay y Chaska que tienen diferentes composiciones, la variedad Chaska es la más utilizada para hacer tunta. Sin embargo, en el mercado y los puntos de venta de tunta, no se cumplen con las características de calidad. Se encuentran tunta de colores no deseables, que requieren más de 24 horas para rehidratarse y que, al ser cocidas, presentan una mayor dureza y adquieren un color gris ligeramente oscuro y un sabor desagradable.

Esto se debe principalmente a someter las papas a un proceso de lavado sin tener en cuenta la variedad utilizada y el tiempo adecuado que se debe dedicar al lavado según cada variedad. Con el fin de obtener mayores ingresos económicos, se acorta o reduce el tiempo de lavado de las papas a tan solo 15 días. Sin embargo, hay estudios que demuestran que las papas deben ser lavadas durante más de 30 días para obtener una tunta de color más

blanco, y esto depende de la variedad de papa utilizada (Ancco et al., 2023). Cuanto más tiempo se lave la papa, más blanco será el color de la tunta. Para lograr esto, el agua debe ser limpia y estar en movimiento para eliminar los compuestos oscuros de la oxidación (Guidi et al., 2002).

Además de esto, la altitud y el clima también influyen en la obtención de una tunta de calidad. Puno, ubicado a 3850 metros sobre el nivel del mar, es uno de los principales productores de tunta con un color blanco característico y de buena calidad (Ancco et al., 2023).

Ante esta generalización en el lavado de las variedades de papas procesadas para hacer tunta, es necesario determinar las variables de color y textura durante el proceso de lavado. Esta etapa es crucial, ya que es aquí donde se eliminan los compuestos fenólicos que generan oxidación. Controlar adecuadamente este proceso permitirá obtener tunta con características aceptables para el mercado.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes de la investigación

Según Guidi et al. (2002) mencionan que en el proceso de transformación de la papa en tunta, el lavado se conoce como lixiviación. Para lograr una tunta más blanca y de mejor calidad, es necesario sumergir la papa en el río durante 3 a 4 semanas. Sin embargo, a medida que el tiempo de inmersión en el agua aumenta, la tunta pierde más peso. La calidad de la tunta también se determina por su color, que debe ser lo más blanco posible. Para ello, se requiere agua limpia y transparente. Además, se destaca la importancia del agua corriente para eliminar los compuestos oscuros causados por la oxidación. En cuanto a la preparación de los tubérculos, se sugiere acondicionar nidos en el interior de los ríos utilizando paja. Esto permite que los tubérculos queden protegidos del sol y reciban una corriente de agua constante. También es posible sumergir el producto en bolsas con paja para lograr el mismo efecto. Los autores recomiendan tener en cuenta los siguientes aspectos para el desarrollo de este producto: utilizar principalmente cultivares amargos, asegurarse de que el agua utilizada esté limpia y cristalina para evitar malos olores y ennegrecimiento del producto.

Fonseca et al. (2008) con referencia a la norma "buenas prácticas de procesamiento" (BPP) para la producción artesanal de la tunta describe el proceso de lavado de las papas congeladas. En su guía, mencionan que se sumergen en un río de agua cristalina con caudal ligero y arena gruesa para evitar la suciedad y el enturbiamiento. Este proceso se realiza en pozas o jaulas con mallas y palos de madera, reforzados con sacos de arena como

anclajes. La duración de este proceso varía de 21 a 30 días, dependiendo de la variedad de papa utilizada. Además, se recomienda limpiar la orilla del río de desechos orgánicos y sintéticos. También se menciona que la producción de tunta requiere de dos condiciones geográficas: una fuente de agua en movimiento y áreas planas. Los ríos con un caudal ligero son ideales para el remojo de los tubérculos, lo que facilita la eliminación de los glicoalcaloides, especialmente en el caso de las papas amargas. También se hace uso de lagunas o manantiales de agua en movimiento.

En las etapas para el procesamiento de tunta se expresa el saber local, basados en los conocimientos y la experiencia de los productores que son transmitidos de una generación a otra. Estos saberes se expresan en aspectos claves ligados al clima, el cuidado de los tubérculos durante la fase del congelado; que no reciban los rayos del sol. Por otro lado, también resalta la precisión en determinar los puntos claves del proceso, usando prácticas sencillas basada en los sentidos de la vista, oído, olfato y tacto, dependiendo del caso. Por ejemplo, el punto de congelado se determina chocando dos tubérculos entre sí, éstos deben emular el sonido de dos piedras. El punto de remojo se determina presionando los tubérculos, éstos deben notarse blandos y descascararse fácilmente, a la vez su olor debe ser menos intenso que al inicio. El punto de secado se determina con la pulsación de un puñado de tunta, día a día, evaluando el peso, también frotándolos entre si hasta que desprenda un polvo a manera de harina (Fonseca, et al., 2011).

Los autores definen las Buenas Prácticas de Producción (BPP) al conjunto de recomendaciones que abarcan desde seleccionar adecuadamente las papas hasta aplicar condiciones favorables para almacenar la tunta. Estas recomendaciones incluyen el uso de

implementos adecuados como paja, mallas de pesca y madera, así como seguir periodos de tiempo apropiados para el remojo y secado. Los autores sugieren construir una poza con palos y mallas de pesca para permitir un buen flujo de agua y reducir la fermentación. También mencionan que es importante lavar las papas cada 3 días durante el remojo, el cual debe durar de 20 a 25 días según la variedad de papa. Además, identifican como un problema la falta de oxigenación y tiempo de inmersión durante la etapa de lixiviación debido a la inadecuada construcción de la poza con piedras, paja, costales, mallas de pesca y palos, lo cual afecta la calidad de la tunta.

Arcos y Holguín (2010) en la investigación titulada "Variedades de papas nativas con aptitud para procesamiento en tunta" indican que se realizó un experimento en el cual se congeló papa durante tres noches y luego se recolectó antes de que el sol saliera, para posteriormente colocarla en sacos y llevarla al río. Allí, se colocó sobre las mallas de pesca para ser lavada o remojada durante un período de 20 días. Los autores concluyeron que las variedades de papa Locka, Ccompis y Parko presentaron rendimientos significativamente superiores en la producción de chuño blanco o tunta en comparación con otras variedades como Imilla Roja, Chaska, Puneñita y San Juan. Específicamente, las variedades Locka, Ccompis y Parko obtuvieron los mayores rendimientos, con una relación entre papa fresca y chuño blanco de 4.85:1, 4.93:1 y 4.95:1, respectivamente.

Las papas recogidas, separadas y congeladas rápidamente, fueron colocadas en jaulas especialmente preparadas para contener una tonelada de peso, posicionadas junto al río durante 22 días. Como resultado, se obtuvo una eficiencia del 20.8 % en el proceso

tradicional de las papas de la variedad dulce Chaska de cantidad 1000 kg, lo que significa que se produjeron 208 kg de producto final (Ñaupá, 2010).

Peñarrieta et al. (2012) mencionan que los métodos tradicionales de conservación de la papa (y otros tubérculos) basados en el secado al sol y la congelación y descongelación de los tubérculos se denomina tunta.

La transformación de la papa en tunta (papa blanca secada al sol) en la comunidad trae la posibilidad de almacenar cultivos durante las estaciones.

La tunta durante los tiempos ha sido y es ampliamente utilizado en la cocina tradicional de la región andina. Debido a su importancia histórica, cultural y económica. Los autores mencionan que por los estudios realizados, después de la decocción del chuño se ha encontrado que posee altos contenidos de algunos minerales. También se ha informado de una pérdida leve a moderada de antioxidantes, compuestos fenólicos, en comparación con las papas frescas.

La tunta se seca al sol mientras se expone a la congelación y descongelación de papas secas producidas tradicionalmente por las comunidades aimara y quechua en el Altiplano boliviano y peruano. Durante el proceso del chuño, se ha observado que la mayoría de los minerales permanecen en el agua extraída de la papa, lo que se evidencia por la disminución del contenido de cenizas. Sin embargo, según Burgos et al. (2010), el chuño aumenta el contenido de calcio en aproximadamente 1-2 veces, mientras que parcialmente se pierde hierro y el 90 % del zinc durante este proceso. En el caso específico de la tunta

(donde solo se dispone de una determinación de calcio), se encontró que tiene el doble de contenido de calcio que el chuño.

Tunta, una palabra del idioma aimara, se utiliza para referirse a las papas blancas que han sido secadas al sol. Este método ha sido utilizado durante siglos para conservar las papas a lo largo de las estaciones y ha contribuido a que las papas sean uno de los principales cultivos en los pueblos andinos. Durante el invierno en el Altiplano, que se encuentra aproximadamente a 4000 metros sobre el nivel del mar, las condiciones ambientales son propicias para secar los alimentos al sol. La baja humedad relativa y las condiciones soleadas seguidas de noches frías crean las condiciones perfectas para este proceso (Peñarrieta et al., 2012).

En la producción de tunta descrito, las papas se eligen durante la cosecha en los meses de abril y mayo. Se prefieren los tubérculos pequeños de papa amarga en lugar de los más dulces. Durante la noche, las papas se congelan, pero durante el día se protegen de la exposición directa al sol mediante mantas mientras se secan, lo cual es la principal diferencia con la producción de chuño. Después de tres o cuatro días, los agricultores pisan las papas para eliminar la humedad y la piel, siempre manteniéndolas alejadas de la luz solar. Luego, se almacenan las papas semisecas durante aproximadamente tres semanas en un hoyo llamado "tajana" en el idioma aimara (Paz, 1995). Este hoyo, que tiene aproximadamente 5 m de profundidad, se encuentra al lado de un río y se delimita con piedras y paja, especialmente paja brava, que consiste en hierba fuerte como (Chilon, 2008). Las papas se depositan en la tajana hasta que esté llena y luego se sella con paja y piedras. El objetivo es crear un ambiente fresco y húmedo en el que se encuentren las

papas. Después de un tiempo, las tuntas se secan y se esparcen por el terreno, siempre cubiertas con mantas. Después de tres semanas, las tuntas blancas secas están listas para usar. Según Zorn y Lieberman (2010), una importante consideración es que el proceso de chuño y tunta reduce en gran medida (alrededor de un 50 %) el contenido de glicoalcaloides, lo que resulta en una reducción de la toxicidad y permite el consumo de variedades de papas más amargas.

En el contexto del alto número de cultivares de papa presentes en el Altiplano, el proceso de chuño y tunta se destaca como una alternativa novedosa para controlar el contenido de glicoalcaloides en las papas amargas y hacer que sean comestibles. Los autores mencionan que estas papas, debido a su similitud con las hojuelas de papa en términos de su carácter y a los problemas similares que enfrentan con la oxidación, pueden considerar el sabor oxidado como un rasgo característico más que un daño ocasionado por el procesamiento.

La tradicional práctica de liofilización de las papas cultivadas en los altos Andes del centro y sur de Perú y Bolivia, conocida como chuño, implica cuidadosamente lavar, aplastar, congelar y secar los tubérculos. Sin embargo, la elaboración del chuño blanco es más compleja y requiere que los tubérculos sean expuestos al agua. Los agricultores aprovechan las bajas temperaturas nocturnas y los altos niveles de radiación solar durante los meses de junio y julio para producir chuño blanco. Estas condiciones climáticas permiten que las paredes celulares de los tubérculos se rompan, lo que facilita la extracción de la humedad al ser pisados por los agricultores. Esta tradicional técnica de procesamiento de alimentos garantiza la capacidad de almacenamiento a largo plazo y la disponibilidad de alimentos durante los períodos de escasez (De Haan et al., 2010).

La elaboración del chuño blanco presenta diferentes variaciones regionales. Por lo general, implica una serie de pasos que incluyen el cuidado, pisado, congelado, lavado y secado (Werge, 1979). Sin embargo, la secuencia, frecuencia, duración y atención a la calidad de cada uno de estos pasos varían según la región montañosa (Guevara, 1945; Huallpa 1983; Paredes 1990; Tillmann, 1983). En un estudio realizado por Paredes (1992) acerca de los métodos tradicionales utilizados para procesar chuño blanco en Puno (sur de Perú), se encontró que los procedimientos pueden diferir significativamente entre los grupos étnicos quechuas y aimaras. Además, en aquellas regiones donde el chuño blanco tiene un alto valor comercial, se debe prestar especial atención a ciertos pasos para obtener un producto de la mejor calidad posible, similar a la nieve (Fonseca et al., 2008).

Además de la forma en que se prepara el chuño, la variedad particular de papa que se utilice puede influir en la calidad final del producto. Por lo general, las variedades pertenecientes a la especie amarga se utilizan exclusivamente para la liofilización tradicional (Christiansen, 1977; Rea y Vacher, 1992). Esto se debe a que su alto contenido de glicoalcaloides restringe su consumo en fresco. Sin embargo, algunas comunidades aimaras aún consumen papas amargas sin procesar, pero las combinan con una sustancia arcillosa llamada Ch'ago (Johns, 1990). Además, se han reportado usos medicinales para estas especies amargas (PIC, 2006; Valdizán y Maldonado, 1922)

En el centro sur del Perú, los agricultores del Altiplano suelen consumir chuño blanco y negro, que se elabora con diferentes cultivares de papa liofilizada en lugar de usar un solo cultivar. Varias investigaciones han concluido que las diferencias regionales en la

preparación del chuño blanco y negro están en gran medida determinadas por la tradición, las condiciones ambientales y la demanda del mercado.

En particular, se han observado notables diferencias en el proceso de preparación del chuño blanco en cada región, que incluyen la secuencia y duración de cada paso en el proceso de procesamiento. En la sierra de Huancavelica, la falta de fuentes de agua corriente tiene un fuerte impacto en la calidad final del chuño blanco. En esta región, el chuño se produce principalmente para consumo familiar, y se presta poca atención al control de calidad comercial, como la selección o calificación.

Por otro lado, en Puno, la demanda comercial del chuño blanco ha estimulado innovaciones en el proceso de producción, como el uso de depósitos flotantes, bolsas de red y botas de goma para pisar la papa, con el fin de obtener la mejor calidad posible. Además, la creciente exportación de chuño blanco (tunta/moraya) a Bolivia ha llevado a que tanto el procesamiento como la gestión de la cadena de valor estén más orientados hacia la calidad (De Haan et al., 2010).

Según Yoshikawa y Apaza (2020), el chuño, que son las papas procesadas liofilizadas de manera tradicional, se fabrica exclusivamente en las zonas más elevadas de los Andes centrales, también conocidas como el Altiplano. Para producir el chuño, es necesario exponer los tubérculos a temperaturas lo suficientemente bajas como para congelarlos durante la noche, y luego a temperaturas lo suficientemente altas como para descongelarlos durante el día. Históricamente, solo el clima del Altiplano ha proporcionado estas condiciones favorables para este proceso.

Cobo (1956) describió detalladamente las características y especies de las papas amargas Ruki (*Solanum juzepczukii* y *S. curtilobum*), utilizadas para la producción de chuño. Estas papas son extremadamente resistentes al frío de los Andes, pudiendo soportar temperaturas de hasta 4 °C (Gade, 2016), además de ser resistentes a enfermedades. No obstante, las papas Ruki contienen altos niveles de glicoalcaloides y deben ser sometidas al proceso de chuño para poder ser consumidas. El proceso de chuño no solo garantiza una óptima conservación del alimento, ideal para su almacenamiento prolongado o situaciones de emergencia, sino que también elimina los glicoalcaloides venenosos, permitiendo su consumo por parte de la población quechua y aimara.

La técnica de congelación-descongelación se efectúa en papas lavadas y extendidas en el suelo durante aproximadamente una semana. Este proceso requiere de tres a cuatro noches, dependiendo del tamaño de las papas y la temperatura nocturna, para completar el ciclo de congelación y descongelación.

Posteriormente, se realiza la deshidratación, que consiste en aplastar las papas blandas llenas de líquido, lo cual ocasiona que la piel se agriete y se desprenda. En este momento, se elimina la mayor parte del contenido de agua de las papas. Luego, estas se dispersan en el suelo durante una o dos semanas adicionales. Durante esta etapa, se le denomina "chuno negro". Cabe mencionar que el chuño se presenta en dos variedades: blanco y negro. El chuño blanco (también conocido como tunta, moraya, chuño blanco) es el más valioso y requiere de un proceso previo de remojo en agua por tres a cuatro semanas, antes de iniciar el proceso de liofilización mencionado anteriormente. Almacenar las papas en agua corriente ayuda a eliminar los glicoalcaloides. Por lo tanto, la producción de chuño blanco

está relacionada con la disponibilidad de agua. En el pasado, los ciclos de hielo y deshielo eran muy intensos en el Altiplano y sucedían casi a diario a una altitud de 4400 msnm.

En el proceso de congelación, se observó que durante casi todas las noches las papas experimentaban un fenómeno de sobre enfriamiento. El punto de sobre enfriamiento más bajo (LSP), en comparación al punto de congelación, se sitúa normalmente entre 1 y 3 °C. Asimismo, se encontró que las diferentes especies de papas presentan diferentes puntos de congelación. Además, a medida que se repetían ciclos de congelación y descongelación, tanto el punto de congelación como el LSP disminuían.

En el caso de las papas híbridas resistentes a las heladas, se detectó que el LSP puede ser considerablemente más bajo, alcanzando una diferencia de hasta 4 °C o más en comparación a otras variedades. Se pudo constatar que, en noches con una helada leve (temperaturas por debajo de 0 a 3 °C), las papas no llegaron a congelarse en su totalidad, esto se debió principalmente al sobre enfriamiento remanente, el cual llevó incluso a que la temperatura de las papas cayera por debajo del punto de congelación. A través de representaciones gráficas, se demostró la relación existente entre los puntos de congelación y el LSP. Por lo tanto, los autores recomiendan tener en cuenta que tanto el punto de congelación como el LSP se reducen tras varios días de ciclos de congelación y descongelación. Este proceso provoca que el agua presente en las papas descongeladas y los materiales diluidos precipitados se evapore durante el día. Además, se observó que el sobre enfriamiento no solo afecta el agua pura, sino que también se ve influenciado por la presencia de materiales diluidos, los cuales reducen el valor del LSP.

Asimismo, recomiendan para una futura consideración del potencial de producción de productos tradicionales de chuño, debemos considerar:

- El tamaño/especies de las papas utilizadas
- Evitar grandes masas de agua cercanas
- Una zona plana donde pueda tener lugar una mejor integración del aire frío, en lugar de la mezcla de aire más común en las pendientes
- Utilizar materiales de menor conductividad térmica entre el suelo y las papas (como pastos secos). Una vez que la superficie del suelo se enfría significativamente durante la noche, se conduce más calor desde el suelo a la superficie.

La continuación de esta larga tradición de producción de alimentos tendrá que ser estrechamente monitoreados para realizar un seguimiento de las temperaturas.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas

3.1.1. Papa (*Solanum tuberosum*)

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los principales alimentos que se consumen en el mundo. Su cultivo se da en más de cien países, siendo Perú el país de origen de papa. La papa es el cultivo más representativo del Perú; es así la cuna de este tubérculo que ha salvado al mundo de hambrunas, además la extensión de siembra sobre todo en la región sierra (Ministerio de Agricultura [MINAG], 2009).

3.1.1.1. Clasificación botánica

Según Terranova (como se citó en Cruz, 2006) la papa se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum* L.

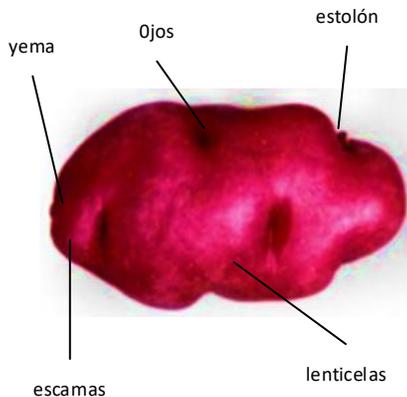
Especie: *Solanum tuberosum*

3.1.1.2. Estructura de la papa

Morfológicamente descritos, los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón, y el extremo opuesto, que se llama extremo apical o distal, tal como se observa en la siguiente figura. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA, 2002, p. 11).

Figura 1

El Tubérculo Papa.



Fuente: (INIA, 2002)

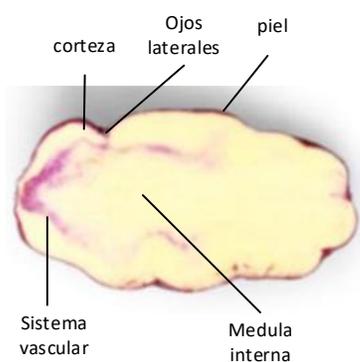
Según INIA (2002) en un corte longitudinal el tubérculo muestra los siguientes elementos, del exterior hacia el interior; peridermo o piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o médula (p. 12).

El peridermo o la piel es una delgada capa protectora en el exterior del tubérculo. Su color puede variar entre blanco crema, amarillo, naranja, rojo o morado. Algunos tubérculos

tienen dos colores. La piel es generalmente suave y en algunas variedades es tosca o áspera. La piel sale fácilmente al frotarla cuando el tubérculo no ha madurado. Por eso, el daño de la piel es frecuente cuando se cosechan tubérculos antes de su madurez (INIA, 2002).

Figura 2

Estructura del Tubérculo Papa



Fuente: (INIA, 2002).

En la superficie de la piel se encuentran distribuidas las lenticelas, que son poros respiratorios por los cuales se realiza el intercambio de gases entre el tubérculo y el ambiente. En condiciones húmedas, las lenticelas aumentan de tamaño y se ven como puntos blancos prominentes. Durante el desarrollo juvenil del tubérculo, se producen divisiones en la epidermis y las capas subyacentes, creando la corteza, que proporciona protección contra los microorganismos y la pérdida de agua. La corteza es una franja estrecha difícilmente visible después o debajo del peridermo, que forman la cáscara del tubérculo. La corteza es un tejido de reserva delgado que contiene principalmente proteínas y almidones.

El sistema vascular conecta los ojos del tubérculo entre sí y con otras partes de la planta. Dentro del anillo vascular se encuentra el parénquima de reserva, que es el tejido principal de almacenamiento y ocupa la mayor parte del tubérculo. La médula constituye la parte central del tubérculo. Todos los elementos, desde la corteza hasta la médula, forman la carne del tubérculo. En las variedades comerciales, la pulpa del tubérculo suele ser de color blanco, crema o amarillo pálido. Sin embargo, algunos cultivares primitivos también producen tubérculos cuya pulpa es de color amarillo oscuro, rojo, morado o bicolor (INIA, 2002).

Según los estudios realizados, el tubérculo, como la papa, está compuesto por diferentes partes que son importantes para su estructura y composición. La cáscara representa aproximadamente el 2 % del tubérculo, mientras que el parénquima vascular de almacenamiento constituye entre el 75 % y el 85 % y la médula representa entre el 14 % y el 20 %. Además, se ha determinado que el tubérculo de la papa tiene un contenido de humedad alto, que oscila entre el 70 % y el 75 %. Estos datos son relevantes para comprender la composición y las características físicas del tubérculo de la papa, lo que puede ser utilizado en investigaciones posteriores o en la industria alimentaria para su procesamiento y conservación adecuados (Prada, 2012).

La papa presenta cambios de color y ruptura de la corteza durante su procesamiento y posterior almacenamiento. Estos cambios se deben a la presencia de la enzima polifenol oxidasa, la cual es responsable del pardeamiento en los tubérculos. La reacción de pardeamiento ocurre cuando la enzima en los cloroplastos entra en contacto con el oxígeno y los sustratos fenólicos presentes en la corteza y en los tejidos. La concentración de estos

sustratos disminuye en los tejidos desde la corteza hacia el centro de la papa. El contacto entre la enzima y los sustratos se produce debido a la ruptura de las membranas celulares y los organelos que contienen la enzima. Esto puede ocurrir debido a procedimientos de poscosecha deficientes, como golpes, esfuerzos excesivos y diferentes etapas del procesamiento de la papa, como pelado, cortado, escaldado y cocción (Limbo y Piergiovanni, 2006; Ndiaye et al., 2009).

La composición de fenoles en los tejidos vegetales varía considerablemente según la especie y su variedad, así como el grado de madurez de los frutos y el manejo post cosecha (Tomás-Barberán y Espín, 2001; Ding, et al., 2001).

La papa tiene un contenido bajo de compuestos fenólicos, los cuales se localizan principalmente en la cáscara o piel. Estos fenoles son responsables del ennegrecimiento de la papa (Contreras et al., 1992).

Los procesos de congelación y descongelación pueden destruir las vacuolas de las células y liberar la fenoloxidasa, lo que puede conducir a la pérdida de antioxidantes fenólicos. Paralelamente se libera algo de material fenólico durante la descomposición de ligninas. (Peñarrieta et al. 2012, p. 5).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2018), aproximadamente el 75 % de la materia seca de la papa está compuesta por almidón. Además, es importante tener en cuenta que el contenido de almidón de las papas puede variar considerablemente dependiendo de las diferentes variedades.

Las papas con cáscaras gruesas contienen un mayor porcentaje de almidón y presentan una textura seca debido a su menor contenido de humedad. Al ser sancochadas, tienden a abrirse, por lo que el horno es una opción preferida, especialmente para elaborar puré. No obstante, también existen papas que contienen un alto porcentaje de humedad y poseen una cáscara delgada y brillante, las cuales no se desintegran al ser hervidas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2009)

3.1.1.3. Variedad

Las variedades de papas se diferencian por el color de la epidermis y la pulpa, su resistencia a enfermedades, el ciclo de cultivo, los requerimientos nutritivos y la profundidad de los ojos. La clasificación de las variedades de papas incluye las nativas y mejoradas. En el Perú, se cultivan más de 3000 variedades de papas, lo cual representa más de la mitad de las 5000 variedades existentes en el mundo. Entre las variedades peruanas más conocidas se encuentran la papa Canchán, Yungay y Chaska (Santos Maza, 2011).

a. Canchán

Tubérculo de forma redondeada piel de color rojo, ojos superficiales, pulpa blanca, características físicas es 22 % de materia seca, gravedad específica de 1.115 (INDECOPI, 2010). presenta también una humedad de 78.5 %; proteína en base seca 1.8 % y en base húmeda de 8.4 %; 0.1 % de grasa en base húmeda y en base seca de 0.5 %; los carbohidratos en base húmeda son de 18.4 % y en base seca son de 85.5 % (Contreras , 2017).

La papa Canchán, también conocida como papa rosada debido a su cáscara de color característico, tubérculos de tonalidad rojiza, la variedad Canchán, desarrollada por el CIP, es la de mayor área de cultivo en el Perú, representando el 40 % de la producción total. La temprana maduración de esta variedad, su alto rendimiento, el agradable color de los tubérculos y, sobre todo, su resistencia inicial al tizón tardío, la convirtieron en la mejor opción hace 20 años; se define como un tubérculo redondeado; piel roja clara; ojos superficiales a semi-profundos; pulpa blanca cremosa; brotes rojizos. Se adapta en costa y sierra. Tolerante a racha. Buena calidad comercial. También tiene mejor textura y sabor. Se encuentra en el mercado prácticamente todo el año, porque se cultiva tanto en la costa como en la sierra (INIA, 2012).

b. Yungay

Tubérculo de forma oval chato, piel amarillenta con pigmentos rojizos en los ojos que son superficiales y de pulpa cremosa amarillenta. La característica física es 26 % de materia seca, Gravedad Específica 1.091 (Cahuana y Arcos, 2002). Composición químico proximal tiene humedad en base húmeda 77.6; proteína en base humedad 1.16 en base seca 7.1; grasa base húmeda 0.1 en base seca 0.4; carbohidratos en base húmeda 19.3 base seca 86.3 (Contreras, 2017).

c. Chaska

Tubérculo de forma redondeada, con ojos semiprofundos, color de piel morado claro y color de carne blanca. A parte de uso culinario, se emplea para la elaboración de tunta y chuño (Cahuana y Arcos, 2002).

3.1.2. Tunta

Es un producto que tiene un color blanco, superficie áspera con hendiduras como la papa que le dio origen. Se obtiene a partir de papas enteras, ellos mismos elaborados mediante procesos de congelación, lavado y secado al sol (NTP 011.400, 2007, 31 de octubre). Sin embargo, existe confusión por parte del consumidor frente a un producto similar con denominación de chuño; que según NTP 011.400 (2007) el chuño es tubérculo deshidratado sin cáscara de color pardo oscuro, procesado mediante sucesivos congelamientos y secado con exposición al sol.

a. Proceso de elaboración de tunta

La primera etapa es seleccionar la papa recién cosechada, seguidamente se congela por 5 a 8 días; extendiendo al aire libre sobre el piso con un poco de paja toda la noche y de día se recoge para proteger del sol. Cuando se congelada la papa, se sumerge en el río por 15 a 20 días luego se realiza el descascarado y el enjuague; enseguida procede el secado de tunta sobre una capa delgada de paja por 5 a 8 día, bajo fuerte sol. Finalmente se hace el pelado, la selección, envasado y el almacenamiento (Fonseca, 2011).

b. Composición nutricional de tunta

Entre los que destacan en su composición nutricional está la concentración de almidón, que le confiere un alto valor calórico; energía 323 kcal, agua 18.10 g, proteína 1.9 g,

carbohidratos 77.7 g, fibra 2.1 g, calcio 92 mg, fósforo 54 mg, hierro 3.3 mg (NTP 011.400,2007).

c. Características de tunta

Una tunta de buena calidad, presenta las siguientes características básicas como: forma, color, tamaño, rehidratación, sabor, textura y olor. El color debe ser blanco intenso, su textura debe ser suave y esponjosa, en especial las variedades nativas, el tiempo que debe remojar la tunta para que se ablande y pueda cocinarse fácilmente puede variar entre 10 minutos a media hora (Fonseca et al., 2008).

La tunta es un producto deshidratado con 14 % de humedad, además conserva la forma de origen de la papa que le dio, su color es blanco con ojos profundos o superficiales, de peso muy ligero. Generalmente de 7 kg de papa se produce 1 kg de tunta. Cuanto menor sea el tiempo de rehidratación la calidad será mejor. Es un alimento de fácil digestibilidad por su alto contenido de almidón, especial para la alimentación de los infantes y adultos mayores, además los pobladores rurales basados en su experiencia afirman que la tunta alivia los problemas estomacales, como la gastritis (Fonseca y Ordinola, 2011).

Producto alimenticio de color blanquecino, obtenido a través de un proceso de congelación, lavado y secado. La tunta se usa para la preparación de diversos platos tradicionales. Es una tecnología tradicional de los agricultores del Altiplano boliviano-peruano (Guidi et al., 2002).

3.1.3. Proceso de Lavado de Tunta

En la “guía de las buenas prácticas de procesamiento para la producción artesanal de la tunta”, la etapa de proceso de lavado tunta es mencionado por los autores como proceso de inmersión; que consiste en sumergir la papa congelada en un río hecho pozas con mallas, el periodo de inmersión dura entre 21 y 30 días. Antes de sumergir papa congelada en un río mencionan los autores que se acondiciona la jaula con mallas y palos de madera, cuyos ángulos se refuerzan con sacos de arena como anclajes. Para llevar a cabo el proceso de lavado recomienda que el lugar debe ser una zona con agua cristalina, de ligero caudal, con arena gruesa para evitar el polvo y el enturbiamiento, además se debe limpiar la orilla del río de restos orgánicos y sintéticos (Fonseca et al., 2008).

Buenas prácticas de procesamiento artesanal de la tunta inciden varios aspectos, siendo los de mayor importancia:

- La selección de la materia prima; descartando tubérculos que presentan daño de plagas y signos de enfermedades como las pudriciones.
- La práctica de la inmersión en el río, reemplazando las pozas a base de piedras, por jaulas o pozas diseñadas con mallas o redes de pescar, que permite la libre circulación del agua y favorece la obtención de tunta libre de manchas y con olor agradable; y otras referidas al pelado y limpieza del producto (Fonseca y Ordinola, 2011).

El autor refiere a la tunta como un producto similar al chuño haciendo diferencia de que la obtención de la tunta se elabora en corrientes de agua, eliminando así los compuestos

oscuros productos de la oxidación (Guidi et al., 2002). El chuño es un producto alimenticio que tiene una coloración oscura, obtenido de papas; los cuales son elaborados mediante procesos de congelación, deshidratación y secado al sol.

3.1.4. Dureza

La dureza es la fuerza máxima obtenida durante el primer ciclo de compresión. Es la fuerza que se requiere para comprimir un producto entre los molares o entre la lengua y el paladar. Es la resistencia a la penetración, donde varios procedimientos son utilizados para medir la dureza, y esto depende del material con que este hecha la sustancia, su espesor y la carga aplicada. En la industria alimentaria para medir la dureza se hace uso de penetrómetro y el durómetro: el penetrómetro mide la dureza de algunos alimentos que se consideran duros por ejemplo frutas como las peras manzanas, aguacates etc. la medida de la dureza puede ser afectado por muchos factores tales como la temperatura, humedad, tamaño, forma cuando se hace la medición (Demonte, 1995).

Costell (1994) indica que el valor de fuerza máxima está relacionado con la firmeza del alimento, con las dimensiones de punción, de la distancia de penetración y de la velocidad con que se aplica la fuerza. Debido a la naturaleza visco-elástica de los alimentos, la magnitud de la tensión desarrollado no solo en función de la deformación, sino también de la velocidad impuesta.

Según la Norma UNE 87001-94 (1994), la dureza se refiere a la fuerza necesaria para deformar un alimento o permitir la penetración de un objeto en el mismos.

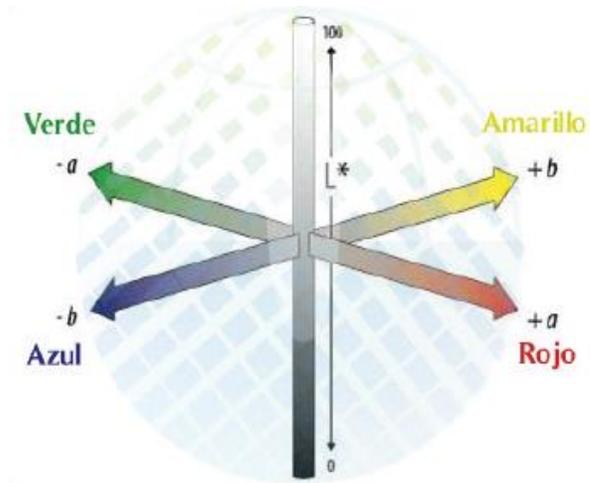
3.1.5. Color

El color es el primer atributo que se juzga de los productos. Los consumidores muestran una preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva y el color. El color es una cualidad organoléptica de los alimentos y se aprecia por medio del sentido físico de la vista (Badui, 2006). Las causas que definen la coloración de un alimento son los siguientes por mencionarlos algunos: a) La presencia de pigmentos o colorantes naturales, que son sustancias que tienen una función biológica muy importante en el tejido, tal como en el caso de la clorofila y la fotosíntesis, etc. b) La formación de pigmentos colorantes como consecuencia de reacciones químicas o enzimáticas (Bello, 2008).

A continuación, se describe el modelo CIELAB en la Figura 3. Este modelo queda definido por tres variables que se representan en sistemas cartesianos o polares; en el primero se utilizan los valores de luminosidad (L^*) y las coordenadas a^* y b^* ; en el segundo, los parámetros L^* . En un sistema ortogonal se lo representa mediante un eje vertical (L^*), que indica claridad u oscuridad, y un plano horizontal conformado por los ejes a^* y b^* . El eje a^* refleja la variación rojo-verde; el b^* la variación amarillo-azul (López y Di Sarli, 2016).

Figura 3

Coordenadas de Color.



Fuente: Mathias-Rettig y Ah-Hen (2014).

La coordenada L^* recibe el nombre de luminosidad o claridad y, puede tomar valores entre 0 y 100. Las coordenadas colorimétricas a^* y b^* forman un plano perpendicular a la coordenada L^* .

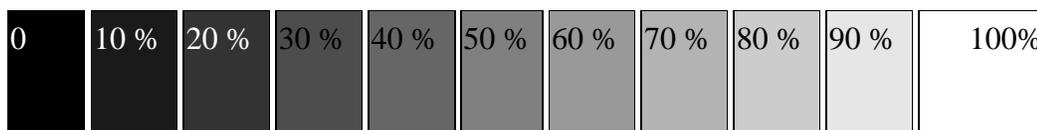
La a^* define la desviación del punto acromático correspondiente a la luminosidad hacia el rojo si a^* es positiva, y hacia el verde si a^* es negativa. Análogamente la coordenada b^* define la desviación hacia el amarillo si b^* es positiva, y hacia el azul si b^* es negativa (Gilabert, 1992 como se citó en Mathias-Rettig y Ah-Hen, 2014). El conjunto $a^* b^*$ recibe el nombre de cromaticidad y junto con L^* definen el color del estímulo (en coordenadas cartesianas o rectangulares); esto corresponde al término de cromaticidad que no indica explícitamente ni el tono ni la saturación. Este inconveniente se soluciona definiendo C^* (croma) y H^* (tono). (Francis y Clydesdale, 1975), complementariamente cabe mencionar que, según la naturaleza del estudio, se presenta el postulado de Isaac Newton (1642-

1726) fue el primero que ordenó los colores construyendo un convincente círculo cromático sobre el cual se han basado la mayoría de los estudios posteriores; cada modelo incorpora alguna forma de denominación precisa del color, basándose en la medición específica de sus atributos, ya sea en modelos geométricos, escalas, porcentajes, grados, etc. a raíz de los estudios y según el objeto a evaluar, se considera el círculo acromático, que significa literalmente «sin color», que no posee colorido, como por ejemplo la luz blanca (Real Academia Española, 2021). Una escala acromática será en consecuencia el gradiente de grises que van desde el blanco hasta el negro. Los colores acromáticos también se denominan neutrales, y los ejemplos más representativos pueden graficarse del siguiente modo, Neo (Sanz y Gallego, 2001).

Escala de color NEO



Escala de luminosidad para un color acromático



3.1.6. Pardeamiento Enzimático

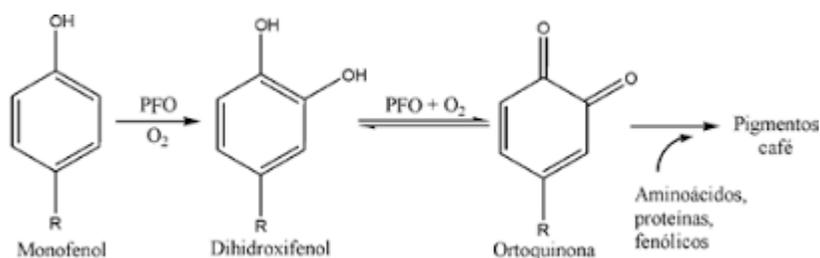
La papa es propensa al pardeamiento enzimático, lo que provoca una considerable pérdida de calidad y valor (Ma et al., 2017). El pardeamiento enzimático está relacionado principalmente con la actividad de polifenol oxidasas (PFO), la cuales catalizan la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, con la consecuente transformación a pigmentos oscuros no deseables para la calidad industrial (Friedman, 1997).

Estas quinonas son reactivas y capaces de modificar covalentemente un amplio número de especies nucleófilas, del interior de las células, que conduce a la formación de polímeros marrones, conocido como pardeamiento enzimático (Morante et al. 2018).

Por tanto, el pardeamiento enzimático es causado por la oxidación de fenólicos sustratos bajo la catálisis de polifenol oxidasa. Sin embargo, según (Ali et al. 2016; Gacche et al., 2006), hay abundantes aminoácidos libres y proteínas solubles en tubérculos de papa, que podrían combinarse con quinona para formar marrón quinonas o sustancia incolora, lo que promueve o inhibe el pardeamiento.

Figura 4

Acción de la Polifenol oxidasa sobre los compuestos fenólicos.



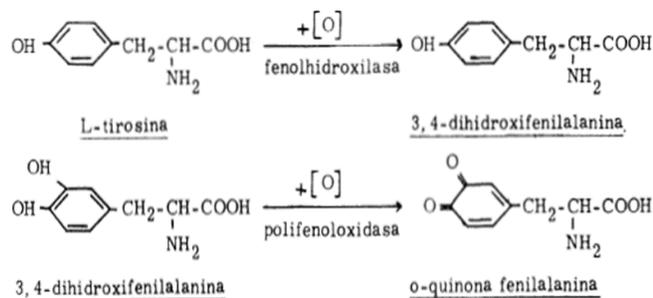
Fuente: García et al. (2006)

Cuando el tejido de la papa se corta, se pela o se expone al aire; el tejido dañado se oscurece inmediatamente debido a la conversión de compuestos fenólicos a melaninas de color pardo. El responsable de la iniciación de esta reacción es la enzima polifenol oxidasa o fenolasa (Morante et al. 2018).

El complejo de la fenolasa según Carbonero (1975) comprende dos tipos de reacciones: “La fenolhidroxilasa (actividad cresolasa) y el polifenol oxidasa (actividad catecolasa). En las papas el compuesto fenólico más abundante es la L-tirosina y su concentración parece ser el factor limitante de la velocidad de la reacción” (p. 164).

Figura 5

Estructura Química de la Fenolasa.



Fuente: Carbonero (1975).

Para la reacción primera el sustrato es un monofenol y para la segunda es un difenol. Finalmente, la quinona sufre una serie de transformaciones para formar un compuesto rojo el dopacromo (5, 6- quinona indol-carboxílico) que contiene un heterociclo derivado del cierre de la cadena lateral aminocarboxílica. El dopacromo sufre polimerizaciones posteriores a melaninas (Carbonero, 1975, p. 165).

La aparición de fenolasa se puede inhibir empleado insumos químicos como el anhídrido sulfuroso (SO_2) y los sulfitos (SO_3) pero su uso produce efectos negativos en el color y aroma. Asimismo, la exclusión de oxígeno es uno de los métodos eficientes para interrumpir la acción de la fenolasa, empíricamente las papas peladas se sumergen al agua (Carbonero, 1975).

Por tanto, la prevención y control del pardeamiento enzimático, requiere un conocimiento bioquímico del tipo de sustratos fenólicos presentes en cada planta, del nivel de compuestos reductores, el nivel de accesibilidad del O_2 , la naturaleza de los diferentes compuestos oxidables, estado de madurez y la polimerización y degradación de las o-quinonas, además, es necesario conocer el nivel de polifenol oxidasas y los sustratos disponibles a lo largo de los diferentes estados de desarrollo de la planta (Lee y Whitaker, 1995).

3.1.7. Rendimiento

En la elaboración de tunta los rendimientos dependerán de la calidad de la papa utilizada en el proceso, es decir, variedades con mayor contenido de materia seca tienen mayores rendimientos, también con tubérculos sanos, sin el ataque de plagas y enfermedades se obtiene producto de mejor calidad y en más cantidad. Así mismo además de contener materia seca las variedades de papa tienen mayor contenido de proteína, ello podrá representar una buena alternativa para la seguridad alimentaria. Finalmente el autor indica que se debe realizar investigaciones con respecto a la lixiviación de algunos almidones en

el proceso de obtención de la tunta, además de que este claro que algunas variedades podrán tener mejores rendimientos que otras (Guidi et al. 2002).

Según Mamani (como se citó en Cárdenas, 2021) el rendimiento de producción aproximadamente es de 4.48 kg de papa para 1 kg de chuño blanco; el rendimiento va depender de varios factores como la calidad, variedad, el lugar de procesamiento y del número de días que permanece inmerso en el río.

Gianella (2004) 1 kg de tunta (chuño blanco) se obtiene de una cantidad 5 a 6 kg de papa fresca. El remojo en pozas permite una mínima circulación del agua, ocasionando una alta fermentación (Cota 2005).

3.2. Marco conceptual

Tunta. Es un alimento deshidratado de la papa que se puede almacenar durante largas temporadas y su color característico es blanco (NTP 011.400, 2007).

Papa. Es un tubérculo de consumo como alimento básico. Es un tubérculo la base de la alimentación y de consumo popular, en su mayoría de las variedades se puede encontrar en la zona Andina. La papa es un cultivo competitivo del trigo y arroz en la dieta alimentaria (Centro Internacional de la Papa ([CIP], s.f.).

Variedad. Son conjunto de productos que son agrupadas en base a ciertas características que presentan, clasificados desde la perspectiva botánica genotípicas y fenotípicas (NTP 011.400, 2007).

Agua. Es un líquido incoloro, compuestas por dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno, su importancia esencial para el desarrollo de la vida (Custodio y Díaz, 2001).

Lavado. Es el proceso de eliminar con agua un componente indeseable de un sólido. consiste en la remoción o extracción de un componente (soluto) contenido en un sólido mediante un solvente (Geankoplis, 1998).

Dureza. Es la fuerza máxima obtenida durante el primer ciclo de compresión. Es la resistencia a la penetración (Demonte, 1995).

Color. Es una propiedad de la materia que esta influenciada con el espectro de la luz (Badui, 2006).

Pardeamiento. Formación de pigmentos pardos a negros, cambio de propiedades como el color, sabor (Suárez et al. 2009).

Rendimiento. Es la cantidad que se tendrá de un producto terminado o elaborado. Es el factor de cambio de peso en los alimentos debido a pelado, lavado, secado; esto quiere decir que es cambio de peso después de procesado el alimento.

3.3. Formulación de hipótesis

3.3.1. Hipótesis general

- La variedad influye en las características físicas y rendimiento de tunta lavada.

3.3.2. Hipótesis específicas

- La variedad influye en la dureza de tunta lavada.
- La variedad influye en el color de tunta lavada.
- La variedad influye en el rendimiento de tunta lavada.

3.4. Identificación de variables

Tabla 1

Diseño de contrastación y variables

Variable de entrada/Independiente	Proceso	Variable de salida/Dependiente
		– Dureza
Variedad	Lavado de tunta	– Color – Rendimiento

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Lugar de ejecución

El estudio de investigación se realizó en la planta procesadora de chuño semiindustrial ubicada en Millu Millu, distrito de Kishuará, Provincia Andahuaylas, Región de Apurímac y laboratorio de Física en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas.

4.2. Materiales, instrumentos y equipos

a) Material vegetal

Se empleó papa de segunda categoría con madurez fisiológica adecuada, de las variedades: Canchán, Yungay y Chaska; cultivadas por los socios de la Cooperativa Agraria de Servicios Múltiples Tesoro Chanka del Distrito de Kishuará, Provincia de Andahuaylas y Región Apurímac.

b) Materiales

- Sacos de malla de solo uso sin marca.
- paquete de papel tissue marca elite.
- Agua destilada de 1000 ml.
- Ovillo de rafia.
- Jabas de plástico con perforaciones.
- Vasos de precipitados de plástico de 1000 ml.

c) Instrumentos y Equipos

- Congelador industrial, marca FAEDA, capacidad 12 litros.

- Balanza de plataforma de capacidad 300 kg marca excell.
 - Balanza electrónica de precisión 0.01 g de sensibilidad, marca T-Scale.
 - Multiparámetro de precisión, marca Real time datalogger TESTO.
 - Cámara Digital provista de un sensor de imagen CCD, marca Nikón serie Coolpix.
 - Penetrómetro GY -4.
 - Termómetro, marca Nuvita.
 - Termohigrómetro, marca Boeco.
- d) Combustible
- Petróleo Diesel -2.
 - Gasolina.

4.3. Población y muestra

Población

Se consideró como población, 10 kg de las variedades de papa Canchán, Yungay y Chaska; cultivadas por los socios de la Cooperativa Agraria de Servicios Múltiples, Tesoro Chanka del Distrito de Kishuará, Provincia de Andahuaylas y Región Apurímac.

Muestra

Se tomaron muestras aleatorias al criterio y juicio del investigador, por ser pruebas destructivas. Se consideraron diez unidades por observación y al azar se eligieron para las mediciones de dureza, según la variedad de estudio.

4.4. Tipo de investigación

De acuerdo a su naturaleza

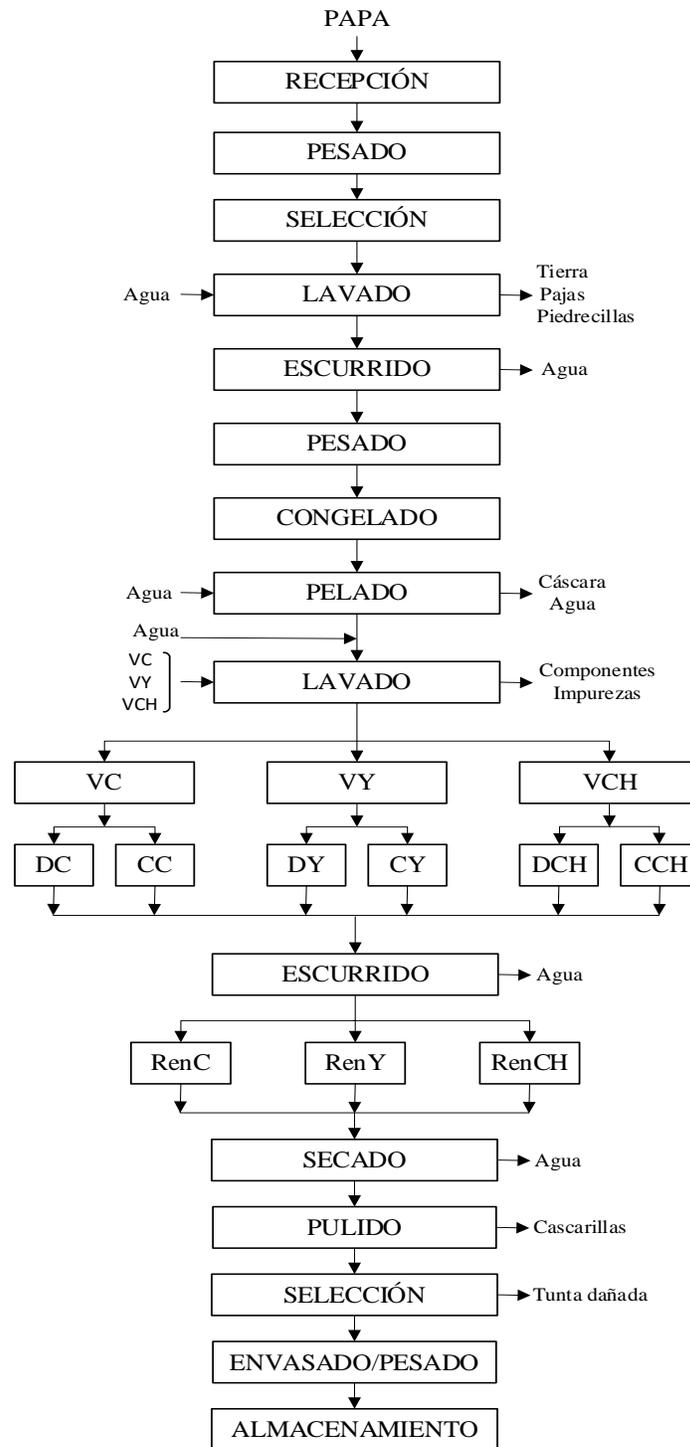
Cuantitativo. Debido a que se midió y determino datos numéricos de la propiedad de dureza, el color y rendimiento de papa en el proceso de lavado, a través de la utilización de instrumentos y/o equipos, para realizar las pruebas de hipótesis.

4.5. Metodología experimental

Se muestra la metodología experimental del procesamiento de tunta, esquematizada y con adecuaciones de acuerdo con la metodología descrita por Ancco et al. (2023), donde observamos las adecuaciones del diseño experimental seguir (Figura 6).

Figura 6

Diagrama de bloques para el procesamiento de tunta.



Donde:

VC= Variedad Canchán

VY= Variedad Yungay

VCH= Variedad Chaska

DC= Dureza de Canchán

DY= Dureza de Yungay

DCH= Dureza de Chaska

CC= Color de Canchán

CY= Color de Yungay

CCH= Color de Chaska

RenC= Rendimiento de Canchán

RenY= Rendimiento de Yungay

RenCH= Rendimiento de Chaska

Descripción de procesamiento de tunta

- **Recepción:** En esta etapa se recibieron papas frescas con adecuado índice de madurez en sus tres variedades (Canchán, Yungay y Chaska) de categoría segunda.
- **Pesado:** Se pesaron las papas por variedades en una balanza de plataforma.
- **Selección:** Según las variedades de papas, estas fueron seleccionadas separando aquellas que presentaron daño mecánico (partidas), gusanadas, podridas y se separaron las variedades ajenas al estudio.

- **Lavado:** Las variedades de papas seleccionadas fueron lavadas en pozas, donde se inyecta agua a alta presión para eliminar impurezas, como tierra, pajas y piedrecillas.
- **Escurrido:** Las variedades de papas lavada, se dejaron escurrir por cuarenta minutos para eliminar el agua que se había adherido a la piel de la papa.
- **Pesado:** Según la variedad de papa, estas fueron pesadas y colocadas en jabas, con un peso promedio de 5 a 6 kg por jaba. Se registraron los pesos y se identificaron las jabas de acuerdo a la variedad, con el fin de asegurar un óptimo proceso de congelado.
- **Congelado:** Las papas según las variedades estudiadas, se colocaron dentro del congelador durante 5 a 6 horas a una temperatura de $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Durante este tiempo, se alcanzó una temperatura central de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en las papas.
- **Pelado:** Las papas congeladas según la variedad se pelaron en una peladora semi industrial, para eliminar las cascara se inyectó agua en su interior del tambor de la peladora.
- **Lavado:** Las papas peladas se depositaron por variedades en las pozas de lavado, donde se mantuvo un flujo constante de agua. Durante los primeros días, se realizaron cambios de agua de forma permanente. A medida que pasaba el tiempo de lavado, los compuestos que causan oxidación fueron eliminados. En esta etapa de lavado se determinaron los parámetros físicos como dureza y color con ello determinándose el tiempo de lavado para las variedades Canchán, Yungay y Chaska.

- **Escurrido:** Al retirar del agua las papas se dejaron escurrir por un tiempo de 15 horas aproximadamente. Enseguida se determinaron los rendimientos por variedades.
- **Secado:** Las tuntas según las variedades fueron secadas en secador solar, donde se acondicionó en bandejas de secado. Permanecieron dentro del secador por 5 a 6 días.
- **Pulido:** Las tuntas obtenidas se pulieron en mantas de material abrasivo para uniformizar la superficie externa de la tunta.
- **Selección:** Se separaron las tuntas dañadas o las que presentaron defectos, de las tuntas en buen estado, dicha separación se realizó manualmente considerando las Normas Técnicas Peruanas.
- **Envasado/pesado:** Las tuntas fueron envasados en bolsas polietileno y se pesaron a razón de 5 kg.
- **Almacenamiento:** Las tuntas se almacenaron en un ambiente con temperatura libre de contaminación y humedad apropiada.

4.6. Método de análisis

Se emplearon los siguientes métodos:

Rendimiento: Método de pesada (Salazar et al., 2008).

Dureza: Método de punción (Burgos y Col., (2007).

Color: Método del índice de blancura, (Chin-Lin et al., 2003).

4.7. Metodologías empleadas

Metodología para determinar la dureza o firmeza

El procedimiento para medir la firmeza de papa variedad Canchán, Yungay y Chaska con el penetrómetro GY-4, ceñida a la metodología propuesta por GY Instrumental, considerando (Burgos y Col., 2007):

- Se colocaron las muestras de papa en la plataforma del penetrómetro GY-4.
- Con la manivela de desplazamiento se procedió a determinar la dureza de las muestras, previendo, que antes de proceder con la medida uno debe asegurarse que el penetrómetro se encuentre marcando cero.
- Se presiona la manivela del soporte de prueba hasta que la punta del penetrómetro se introduzca en la papa hasta una profundidad indicada en la punta de prueba.
- Las lecturas obtenidas fueron registradas en el instrumento de recolección de datos y expresadas en kg-f.

Determinación de color de la papa (color o escala acromática)

El procedimiento para determinar los parámetros de color el siguiente (Chin-Lin et al., 2003):

- Se colocó las muestras por variedad en el sistema de adquisición de imágenes.
- Se procedió a adquirir las imágenes evitando, presencia de sombras dentro de la cabina y contorno de las muestras de papa.

- Se adquirieron las imágenes de muestras de papa con una Cámara Digital, provista con sensor de imagen CCD a una distancia de 16 cm aproximadamente.
- las imágenes fueron procesadas con el Software ImageJ, para obtener los valores L*a*b* que permitieron efectuar los cálculos h, C y DE.

Metodología para determinar rendimiento

Se tomó en cuenta el procedimiento que implicaba analizar los datos relevantes, como el peso inicial de cada variedad de papa Canchán, Yungay y Chaska y el peso final del producto terminado su lavado; después del proceso de transformación de la papa en tunta. Para calcular el porcentaje, se utilizó la siguiente fórmula y se obtuvo el valor correspondiente (Salazar et al., 2008).

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{P_f}{P_i} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ec. (01)}$$

Donde:

P_f = peso final

P_i = peso inicial

4.8. Diseño experimental

En la Tabla 2 se presenta el diseño experimental propuesto para evaluar las variables de respuesta dureza, color y rendimiento en función a las variedades estudiadas.

Tabla 2*Matriz de diseño experimental*

N° TRA	Canchán			Yungay			Chaska		
	Dureza	Color	Ren	Dureza	Color	Ren	Dureza	Color	Ren
1	DC1	CC1	RC	DY1	CY1	RY	DCH1	CCH1	RCH
2	DC2	CC2		DY2	CY2		DCH2	CCH2	
3									
⋮									
30									

Donde: Ren = Rendimiento.

Tabla 3*Tabla de recolección de datos*

Replica	V1	V2	V3
R1	-	-	-
R2	-	-	-
R3	-	-	-

Fuente: Gutiérrez y De la Vara (2012).

Análisis de Varianza (ANDEVA) para el diseño completamente al azar (DCA)

Para determinar la influencia de la variedad en la dureza, color y rendimiento de la tunta lavada, se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), considerándose como fuente de variabilidad (Tabla 4):

Las variedades (Canchán, Yungay y Chaska), y Variables de respuesta a: dureza, color y rendimiento.

Tabla 4

Tabla de ANDEVA para DCA

Fuente de variabilidad	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F ₀	Valor -p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y_n^2}{N}$	K-1	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	P(F>F ₀)
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	N-K	$CM_E = \frac{SC_E}{N-1}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_n^2}{N}$	N-1			

Fuente: Gutiérrez y De la Vara (2012).

Modelo estadístico:

El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \dots \dots \dots Ec . (02)$$

Donde μ es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global, τ_i es un parámetro que mide el efecto del tratamiento i , medición que corresponde al tratamiento i , ϵ_{ij} es el error atribuible a la medición, Y_{ij} Este modelo implica que en el diseño completamente al azar actuarían a lo más dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

Hipótesis estadística:

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu$$

$$H_a: \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

Comparaciones o pruebas de rango múltiple

Posterior al análisis de ANDEVA se realizó las pruebas de comparación múltiple mediante la prueba de Tukey para ello se tomó en cuenta lo siguientes consideraciones:

- Cuando no se rechaza la hipótesis nula $H_0: \mu_i = \mu_j \dots \dots \mu_k = u$, el objetivo del análisis estará cubierta y la conclusión es que los tratamientos no son diferentes.

- Si por el contrario se rechaza (H_o), y por consiguiente se acepta la hipótesis alternativa $H_A: \mu_i \neq \mu_j$ para algún $i \neq j$, será necesario investigar cuales tratamientos resultaron diferentes, o cuales provocan la diferencia.

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia de la variedad en la dureza de tunta lavada.

La diferencia observada con un nivel de confianza del 95 %, en los valores de dureza entre las variedades Canchán, Yungay y Chaska existe una diferencia entre ellas; demostrando la influencia de la variedad en la dureza de la tunta, según el análisis de varianza (ANDEVA). La variedad Chaska tiene un valor promedio de dureza (16.47 ± 5 kg-f) mucho mayor que las variedades Canchán (1.58 ± 0.9 kg-f) y Yungay (1.15 ± 0.7 kg-f). Esto indica que la variedad Chaska es más resistente y dura al lavado que las otras dos variedades (Tabla 5).

Aplicar periodos de tiempo apropiados en las fases de remojo-lavado es para lograr una tunta de mejor calidad. Al aplicar un remojo-lavado adecuado, se puede eliminar la acidez y los componentes indeseables sin afectar negativamente los nutrientes, sabor, textura y aroma del producto final (Ancco et al., 2023). De esta manera, se obtendrá una tunta de alta calidad que pueda satisfacer las expectativas de los consumidores, y esto se garantiza lavando las papas en una poza de palos y mallas de pescar, debido a que ayuda a tener un flujo de agua adecuado, lo que facilita la eliminación de la suciedad y los restos de tierra adheridos a las papas, obteniendo así un producto más limpio, además reduce la fermentación de las papas durante el lavado, sin embargo las papas deben ser removidas cada 3 días durante la etapa de remojo (Fonseca et al., 2011).

Por los resultados obtenidos de dureza, se afirma que diferentes variedades de papas requieren diferentes períodos de remojo para lograr una tunta adecuada (Demonte, 1995);

por tanto, es importante adaptar la duración del remojo a las características específicas de cada variedad para obtener mejores resultados.

El estado de madurez de la papa es de interés para la obtención de tunta de calidad, debido a que es la responsable de la formación y divisiones en la epidermis y las capas subyacentes, que da lugar a la formación de la corteza del tubérculo. Esta corteza es importante, ya que proporciona protección contra los microorganismos y la pérdida de agua además de contener principalmente las proteínas y almidones (INIA, 2002).

Tabla 5

Prueba de Tukey para Dureza de Tunta Lavada

Variedad	Dureza (kg-f)	Desv.Est.	Significancia
Chaska	16.47±5	5.0	a
Canchán	1.58±0.9	0.9	b
Yungay	1.15±0.7	0.7	b

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Influencia de la variedad en el color de la tunta lavada.

La escala de luminosidad (L*) en la escala cromática va de 0 a 100, siendo 0 el negro absoluto y 100 el blanco absoluto. Por lo tanto, los valores de luminosidad de la tunta Canchán (65.37), Chaska (64.40) y Yungay (63.85) corresponden a un tono de gris claro en la escala cromática (Tabla 6), por tanto, según el análisis estadístico se ha determinado que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p-value < 0.05) en la

luminosidad (L*) entre las tres variedades de tunta lavada. Esto sugiere que, en términos de luminosidad, las tres variedades son similares y no hay una variedad que se destaque significativamente en este aspecto y los valores determinados, corresponde aproximadamente en promedio a 25 % de luminosidad en la escala porcentual.

Tabla 6

Prueba de Tukey para Luminosidad (L) de Tunta Lavada por Variedad*

Variedad	L*	Significancia
Canchan	65.37	a
Chasca	64.40	a
Yungay	63.85	a

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Según el control de la luminosidad (L*) durante el proceso de lavado (Tabla 7), se observó que a medida que se lavaba la tunta, su luminosidad aumentaba gradualmente. Inicialmente tenía un valor de L=53.24 y llegó a alcanzar un valor máximo de L=71.98 (28 % en la escala de grises). Esto puede ser resultado de la eliminación de impurezas o residuos durante el proceso de lavado (Fonseca et al. 2008; Fonseca y Ordinola, 2011), lo cual contribuye a una mayor claridad y luminosidad en la tunta.

Los valores de luminosidad, también pueden estar afectados por variedad y la composición de fenoles que estas pueden presentar en sus tejidos (Tomás-Barberán y Espín, 2001) y más aún en la piel o cascara de la papa (Contreras et al., 1992), y su

eliminación se garantiza con un adecuado proceso de congelación (Peñarrieta et al. 2012) para destruir las vacuolas de las células y liberar con el lavado la fenoloxidasa.

Tabla 7

Prueba de Tukey para Luminosidad (L) de Tunta Lavada por Día*

Día	L*	Significancia		
8	71.98	a		
9	70.37	a	b	
6	69.45	a	b	
7	68.38	a	b	
1	67.38	a	b	
4	63.58		b	c
2	58.35		c	d
5	58.15		c	d
3	53.24			d

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Estos resultados sugieren que lavar la tunta tiene un impacto positivo en su claridad y luminosidad. Sin embargo después del día 7, la luminosidad disminuyó en comparación con el día 9. Esto podría interpretarse de dos maneras: la primera es que a partir de ese

punto, la tunta lavada comenzó a perder su luminosidad, lo que indica que hay un punto máximo (Guidi, et al. 2002) en el que no se puede mejorar más. La segunda interpretación es que la tunta ya había alcanzado su máximo potencial de luminosidad después del día 7 y, por lo tanto, no había más mejoras posibles. En cualquier caso, estos resultados sugieren que lavar la tunta puede tener un impacto positivo inicialmente, pero también puede tener un límite en cuanto a la mejora de la luminosidad.

En el caso de la tunta, un alimento tradicional andino, su color es un indicador clave de su calidad, y si presenta oscurecimiento o se vuelve marrón, debido a que la papa es propensa al pardeamiento enzimático (Ma et al., 2017; Friedman, 1997), y es señal de deterioro. Además, se destaca que el color de los alimentos es el primer atributo que los consumidores observan al evaluar un producto, y un color atractivo puede influir en la decisión de compra (Badui, 2006). Por lo tanto, es importante que la tunta sea visualmente atractiva y tenga un color agradable a la vista. Frente a ello la Norma Técnica Peruana 011.400 del año 2007, establece que la tunta se caracteriza por tener un color blanco, por tanto para evitar obtener tunta con manchas amarillentas y un olor fuerte es también necesario controlar el proceso de aireación y aplicar buenas prácticas de procesamiento (Fonseca et al. 2011) durante su elaboración y reducir una considerable pérdida de calidad (olor) y valor (Ma et al., 2017).

Variación de Color ΔE

Los resultados, evidenciaron que hay una diferencia significativa ($P\text{-value} < 0.05$) en la variación de color (ΔE) entre las tres variedades de tunta lavada (Yungay 26.40, Chaska

25.35 y Canchán 16.99) a medida que pasa el tiempo. La diferencia es significativa al 95 % de nivel de confianza, dado que el valor P es menor a 0.05 (Tabla 8 del Anexo 5).

Tabla 8

Prueba de Tukey para Variación de Color (ΔE) de Tunta Lavada en Variedad

Variedad	Medias	Significancia
Yungay	26.40	a
Chaska	25.35	a
Canchán	16.99	b

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Observando la Tabla 9, el cambio en el color total obtenido en la tunta fue de 31.57 unidades. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la diferencia total de color no fue constante durante todos los días. En los primeros ocho días, la diferencia de color varió, lo que puede indicar que hubo cambios en el color durante ese período. En el día 9, se alcanzó una diferencia total de color de 31.57 unidades.

Tabla 9*Prueba de Tukey para Variación de Color (ΔE) de Tunta Lavada en Día*

Día	ΔE	Significancia		
9	31.57	a		
8	29.14	a	b	
7	27.57	a	b	c
3	24.89		b	c
6	24.55		b	c
5	22.40			c
4	22.29			c
2	21.81			c
1	1.99			d

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Según los resultados, se evidencia que hay una diferencia significativa ($P\text{-value} < 0.05$) en el croma (C^*) entre las variedades Yungay 26.92, Canchán 22.97 y Chaska 20.23 de la tunta lavada. A medida que pasa el tiempo, el croma varía con alta confianza en un 95 %, lo que indica que las variedades presentan diferencias visibles en términos de tonalidad y saturación de color como se puede observar en la Tabla 10 del (Anexo 6).

Observando la Tabla 10 el (C*) es importante tener en cuenta que esta disminución del croma puede ser atribuida a varios factores, como el lavado de la tunta, la eliminación de los pigmentos o la reacción química con el medio de lavado. En cualquier caso, esta disminución del croma implica que el color de la tunta se vuelve más suave y menos saturado con el paso del tiempo, determinándose que la variedad Yungay presenta una saturación de 21 %, Canchán 18 % y Chaska 15 %. en la escala de grises CIELab.

Tabla 10

Prueba de Tukey para Croma (C) de Tunta Lavada en Variedad*

Variedad	C*	Significancia
Yungay	26.92	a
Canchán	22.97	b
Chaska	20.23	c

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Siendo el croma (C*) conocido como saturación o intensidad del color, es el atributo que evalúa la sensación visual de la fuerza o intensidad de un color. Se refiere a la pureza del color y determina el grado de vivacidad o palidez de un color. Un color con alto croma es vibrante e intenso, mientras que un color con bajo croma es pálido o desaturado. El croma es un aspecto importante a tener en cuenta en el procesamiento de tunta, ya que puede afectar la percepción y el impacto visual del producto. Observando la Tabla 11 la variación que se observa entre el día 1 al día 9 es de 31.24 unidades de croma, iniciándose el proceso

de lavado con un valor croma de 42.44 unidades hasta alcanzar valores croma de 11.20 según la variedad, esta se ve influenciada, siendo la variedad Yungay que representa mejor valor de croma a diferencia de las variedades Canchán y Chaska. Esto significa que la variedad Yungay tiene una mayor intensidad de color y, por lo tanto, conserva mejor su brillo y viveza durante y después del proceso de lavado en comparación con otras variedades.

Tabla 11

Prueba de Tukey para Croma (C) en Tunta Lavada por Días de Lavado*

Día	C*	Significancia
1	42.44	a
3	27.94	b
2	27.51	b
4	26.71	b
5	26.68	b
6	18.77	c
7	15.28	c d
8	13.86	d
9	11.20	d

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Según los resultados, se evidencia que no hay una diferencia significativa ($P\text{-value} > 0.05$) en el tono (h^*) entre las variedades Chaska (83.77), Canchán (82.01) y Yungay (81.71) de la tunta lavada. se ha determinado también que a medida que pasa el tiempo, el tono no varía con un 95 % de nivel de confianza, puesto que el valor $P\text{-Value} < 0.05$ como se puede observar en la Tabla 12 del (Anexo 7), lo que indica que las variedades presentan diferencias visibles en términos de tonalidad como se puede observar en (Anexo 7).

Tabla 12

Prueba de Tukey para Tono (h^) de Tunta Lavada en Variedad*

Variedad	h^*	Significancia
Chaska	83.77	a
Canchán	82.01	a
Yungay	81.71	a

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Observando la Tabla 13 los valores de Tono variaron desde 72.65 hasta 91.87 los resultados indican que a medida que se lavaba la tunta, iba disminuyendo el color de la epidermis de la papa y volviendo más clara (L^*), se adquirió un mayor color de tonalidad (91.87). Sin embargo, la tonalidad alcanzada en el día 9 fue igual que la alcanzada en el día 1, lo que podría indicar que, a partir del segundo día de lavado, la tunta lavada comenzó a reducir la tonalidad y para el día 9 vuelve su color inicial de h^* . que posiblemente sea debido a la pigmentación del tubérculo en la epidermis o cáscara y la pulpa propia de cada

variedad, considerando que la papa Yungay tiene una piel amarilla con pigmentos rojizos en los ojos y de pulpa cremosa amarillenta, la papa variedad Canchan de piel color rojo y de pulpa blanca cremosa (Contreras, 2017).

Tabla 13

Prueba de Tukey para Tono (h^) de Tunta Lavada según los Día.*

Día	h^*	Significancia	
1	91.87	a	
9	91.69	a	
8	88.34	a	b
7	87.55	a	b
6	84.58		b
4	76.49		c
5	75.49		c
2	73.80		c
3	72.65		c

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Influencia de la variedad en el rendimiento de tunta lavada.

En la Tabla 14 se observan que hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al rendimiento de la tunta lavada entre las variedades Canchán (42 %), Chaska (35.33 %) y Yungay (25.17 %). La variedad Canchán presentó el mayor rendimiento, seguida de cerca por la variedad Chaska, mientras que la variedad Yungay tuvo el menor rendimiento. El valor $P < 0.05$ indica que hay una alta probabilidad de que las diferencias observadas en el rendimiento entre las variedades no se deban al azar, sino que sean realmente significativas (Anexo 8).

Tabla 14

Prueba de Tukey para rendimiento de tunta lavada

Variedad	Rendimiento (%)	Desv.Est.	Significancia
Canchán	42.00	0.9639	a
Chaska	35.33	0.1048	b
Yungay	25.17	0.7445	c

Nota. Letras iguales, no existe diferencias; letras diferentes, existen diferencias.

Los resultados del rendimiento, se obtuvo aclarar luego del proceso de lavado en cada uno de las variedades de papas mencionadas. Además, la variedad Chaska que fue mas resistente en el lavado; se mantuvo bajo el agua por mas días que las otras variedades.

La calidad y sanidad de la papa utilizada, así como el contenido de materia seca y la lixiviación de almidones, son factores clave que afectan el rendimiento en la elaboración de tunta. Es importante utilizar variedades de papa con alto contenido de materia seca y sin plagas o enfermedades para obtener un producto de mayor calidad y en mayor cantidad. Además, la lixiviación de algunos almidones puede influir en el rendimiento, por lo que ciertas variedades pueden tener mejores resultados que otras (Guidi et al., 2002).

La práctica recomendada durante la etapa de remojo (lavado) varía entre 20 y 25 días, dependiendo de la variedad de papa. La poza debe permitir un buen flujo de agua, lo cual contribuye a reducir el nivel de fermentación de las papas (Fonseca y Ordinola, 2011).

El remojo excesivo de las papas en pozas con poca circulación de agua puede ocasionar una fermentación alta. Esto puede tener un efecto negativo en la tunta, ya que tiende a desintegrarse fácilmente durante el lavado. Como resultado, es probable que el rendimiento en el lavado de tunta disminuya. Esto significa que se obtendrá menos tunta limpia y de calidad de cada lote de papas remojadas en estas condiciones. Por lo tanto, es importante controlar cuidadosamente el tiempo y las condiciones de remojo para evitar una fermentación excesiva y mantener la integridad de la tunta durante el lavado (Cota, 2005).

Las condiciones climáticas y el uso del agua de los ríos permiten mejorar la concentración del almidón en el proceso natural de tunta. El clima Altiplánico, caracterizado por temperaturas bajo cero y alta insolación, contribuye a la deshidratación de las papas, lo

que resulta en una mayor concentración de almidón en los tubérculos que se vería reflejado en el rendimiento obtenido. Además, el uso del agua de los ríos ayuda a incrementar la concentración de almidón y permiten obtener mayor rendimiento, una tunta de mejor calidad y sabor de la tunta (Ancco et al., 2023).

Según Mamani (2003) el rendimiento de producción de chuño blanco se estima en alrededor de 4.48 kg de papa por cada kg de chuño blanco, en tanto Guide et al. (2002), reportó que de una cantidad de 7680 kg. de papa, con un rendimiento de 5 a 1 en el proceso de elaboración, se obtiene 1536 kg y Gianella (2004) 1 kg de tunta (chuño blanco) se obtiene de una cantidad 5 a 6 kg de papa fresca; frente a estas recomendaciones los rendimientos obtenidos bajo un proceso controlado superan los rendimientos tradicionales de procesamiento de tunta. Sin embargo, este rendimiento puede variar según factores como la calidad y variedad de la papa, el lugar de procesamiento y el número de días que se deja sumergido en el río, además contribuye a ello la estructura de la piel de la papa (INIA, 2002) por que habría una probabilidad de que se desprenda y así se pierda posiblemente almidones, se desmorone la tunta durante el lavado pudiendo este hecho reducir el rendimiento.

La composición de almidón es también importante para lograr obtener mayores rendimientos y conversión de papa en tunta (Ancco et al., 2023), en el estudio se determinó la humedad, almidón y materia seca de las variedades de papa en estudio Canchán, Yungay y Chaska; se obtuvo valores: 71 %, 76 % y 69 % de humedad, 11 %, 9 % y 10 % de almidón, 28.64 %, 23.35 %, 30.69 % de materia seca. Para este caso con estos resultados se podría decir que la variedad Canchán con mayor almidón (11 %) resultó de

mayor rendimiento al lavado. Lo mencionado concuerda con lo indicado por CIP y INIA que la Canchán es una variedad que tiene alto rendimiento además de su cultivo en sierra y costa.

La variedad Yungay con mayor cantidad de humedad (76 %), menor cantidad de almidón (9 %) y menor materia seca (23.35 %) a diferencia de las otras variedades; tuvo menor rendimiento (25.17 %) en el lavado.

La variedad chaska resultó tener menor humedad (69 %) en comparación a las dos variedades, pero tuvo mayor materia seca (30.69 %); con lo que se podría mencionar de la humedad que el periodo de tiempo de almacenamiento de la papa es determinante en pérdida de agua. Se puede mencionar también que las papas con menor humedad y mayor materia seca se puede lavar por más días sin mucho desprendimiento de sus tejidos.

CONCLUSIONES

Del estudio se concluye que:

- Se determinó la influencia de la variedad en la dureza de tunta durante su lavado; la variedad Chaska tiene un valor promedio (16.47 ± 5) de dureza mucho mayor que las variedades Canchán (1.58 ± 0.9) y Yungay (1.15 ± 0.7). En consecuencia, se puede decir que la variedad Chaska es más resistente al lavado y permanece por mucho más tiempo en el lavado en comparación con las otras dos variedades.
- La luminosidad de la tunta aumenta gradualmente a medida que se lava, alcanzando un valor máximo de $L=71.98$. La variación de color es función de la variedad (Yungay, Chaska y Canchán) y el tiempo de lavado, que generó un cambio total de 31.57 unidades con repercusiones en el croma (C^*) y tono (h^*).
- El rendimiento de la tunta lavada es influenciado por la variedad, Canchán tiene mayor rendimiento (42.00 %) frente a Chaska (35.33 %) y Yungay (25.17 %).

RECOMENDACIONES

Se puede recomendar después del estudio:

- Considerar la selección en cuanto al tamaño y calidad de la papa.
- Considerar un adecuado proceso de congelación de las papas para el proceso de lavado.
- Considerar los primeros días de lavado agua corriente constante, para tratar de disminuir los compuestos como las enzimas PFO. Además, las papas deben permanecer sumergidos en el agua durante el lavado. Tener en cuenta la temperatura del agua y del ambiente. Los tubérculos para proceso de tunta deben ser fisiológicamente maduros.
- Realizar estudio con otras variedades de papa.
- Hacer estudio en otras etapas de procesamiento de tunta, como la congelación y secado.
- Realizar estudio de las características organolépticas de tunta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, H., EL-Gizawy, A., El-Bassiouny, R., & Seleh, M. (2016). The role of various amino acids in enzymatic browning process in potato tubers, and identifying the browning products. *Food Chemistry*, 192, 879-885. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.100>
- Ancco, T., Mamani, M., Antay, R. R., & Ticona, W. B. (2023). *Procesamiento semi industrial de tunta* (1.^a ed.). Ancco Vizcarra, Thomas.
- Arcos, J., & Holguín, V. (2010). Variedades de papas nativas con aptitud para procesamiento en tunta. *In Memoria del XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa-ALAP 2010 y I Simposium Internacional de Recursos Genéticos de la Papa*. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos* (4.^a ed.). Pearson Educación.
- Bello, J. (2008). *Ciencia Bromatológica; Principios Generales de los Alimentos*. Ediciones Díaz de Santos S. A.
- Burgos, G., De Haan, S., Salas, E., & Bonierbale, M. (2010). Protein, iron, zinc, calcium concentrations of potatoes following traditional processing as “chuño”. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 617-619.
- Cahuana, R., & Arcos, J. (2002). *Variedades nativas y mejoradas de papa en Puno* (1.^a ed.). INIA. Estación Experimental Agraria Illpa - Puno.

Carbonero, P. (1975). *Complementos de bioquímica industrias agrícolas. Enzimas.* Universidad Politécnica de Madrid.

Cárdenas, L. (2021). *Efecto del procesamiento laboratorial de chuño blanco sobre la pérdida de glicoalcaloides totales de la papa amarga Solanum juzepczukii y Solanum curtilobum* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13167>

Centro Internacional de la Papa [CIP]. (s.f.). *Papa.* International Potato Center. <https://cipotato.org/es/potato/>

Chilon, E. (2008). *Tecnologías ancestrales y reducción de riesgos del cambio climático: Terrazas Precolombinas Taqanas Quillas y Wachus.* Proyecto de Manejo de Recursos Naturales.

Chin-Lin, H., Wenlung, C., Yih-Ming, W., & Chin-Yin, T. (2003). Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chemistry*, 83, 85–92.

Christiansen, J. (1977). *The Utilization of Bitter Potatoes to Improve Food Production in the High Altitude of the Tropics* [Ph.D. thesis, Cornell University].

Contreras, A., Alberdi, M., Andrade, N., Bohm, L., Ciampi, L., Fuentealba, J., . . . Seemann, P. (1992). Recolección, mantención, evaluación y uso potencial de la papa nativa de Chile y parientes relacionados. *Simiente*, 62(2), 61-72.

- Contreras, M. (2017). *Determinación de la relación entre el contenido de almidón y materia seca con gravedad específica de cinco variedades de papa (Solanum tuberosum)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4370>
- Costell, E. (1994). *Evaluación sensorial de la textura de los alimentos*. Rubes Editorial.
- Cota, E. (2005). Diagnóstico del procesamiento de la tunta en seis comunidades de Ilave, Puno y resultados del piloto de procesamiento. *Informe de Trabajo – Plataforma de Puno*.
- Custodio, E., & Díaz, E. (2001). *Calidad del agua subterránea en hidrología subterránea* (2.^a ed.). Omega.
- De Haan, S., Burgos, G., Arcos, J., Ccanto, R., Scurrah, M., Salas, E., & Bonierrale, M. (2010). Traditional Processing of Black and White Chuño in the Peruvian Andes: Regional Variants and Effect on the Mineral Content of Native Potato Cultivars. *Economic Botany*, 34, 217-234.
- Demonte, P. (1995). Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales. *Seminario de Textura y Reología de los Alimentos*, 8-20.
- Ding, C., Chachin, k., Ueda, Y., Imahori, Y., & Wang, C. (2001). Metabolism of phenolic compounds during loquat fruit developement. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 2883-2888.

- Fonseca, C., & Ordinola, M. (2011). *Mejorando la competitividad de la agroindustria rural: El caso de la tunta en el altiplano peruano*. Centro Internacional de la Papa.
- Fonseca, C., Huarachi, E., & Ordinola, M. (2011). Una experiencia de innovación tecnológica y difusión en la producción artesanal de la papa deshidratada: Tunta. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 16(1), 99-127. <https://doi.org/10.37066/ralap.v16i1.171>
- Fonseca, C., Huarachi, E., Chura, W., & Cotrado, G. (2008). *Guia de las buenas practicas del procesamiento para la producción artesanal de la Tunta*. International Potato Center. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/004295.pdf>
- Francis, E., & Clydesdale, F. (1975). *Food colorimetry: Theory and Applications*. AVI Publishing Co. Inc.
- Friedman, M. (1997). Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. A review. *Journal of agricultural and food chemistry*, 45(5), 1523-1540.
- Gacche, R., Shete, A., Dhole, N., & Ghole, V. (2006). Inhibición reversible de polifenol oxidasa de manzana usando L-cisteína. *Indio J. Chem. Tecnología*, 6, 459-463.
- García, W., Giraldo, G., Hurtado, T., & Mendivil, C. (2006). Cinética enzimática de la polifenol oxidasa del banano gros michel en diferentes estados de maduración. *Vitae*, 13(2), 13-19.

- Geankoplis, C. J. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias* (3.^a ed.). Compañía editorial continental, S.A. de C.V. México.
- Gianella, T. (2004). Chuño blanco, “tunta” o “moraya”: Un proceso natural de conservación. *LEISA revista de Agroecología*, 20(3), 29-31.
- Gilabert, E. (1992). *Medida del color*. Universidad Politécnica de Valencia Servicio de Publicaciones.
- Guevara, A. (1945). Productos indígenas de la industrialización de la papa. *La Vida Agrícola*, 22(265), 1012–1024.
- Guidi, A., Esprella, R., Aguilera, J., & Devaux, A. (2002). *Características de la Cadena Agroalimentaria de Chuño y Tunta para el Altiplano Central de Bolivia*. Fundación PROINPA y Proyecto Papa Andina - Cosude.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos* (3.^a ed.). McGRAW-HILL/ interamericana editores, S.A. de C.V.
- Hall, C. W., Farrall, A. W., & Rippen, A. L. (1978). *Encyclopedia of food engineering*. The AVI Publishing Company.
- Huallpa, G. (1983). *Análisis bromatológico del chuño negro y blanco bajo tres formas de elaboración* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano].
- INDECOPI. (2010). *Normas técnicas peruanas, Papas y derivados – papa definiciones y derivado* (2.^a ed.). Indecopi.

- INIA. (2002). *Papa compendio de información técnica* (1.^a ed.). Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA.
- INIA. (2012). *Papa INIA 303 - Canchán*. Repositorio INIA: <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/518>
- Johns, T. (1990). *With Bitter Herbs They Shall Eat It: Chemical Ecology and the Origins of Human Diet and Medicine*. University of Arizona Press.
- Lee, C., & Whitaker, J. (1995). Recent Advances in Chemistry of Enzymatic Browning. *American Chemical Society*, 600, 2-7. doi:10.1021/bk-1995-0600.ch001
- Limbo, S., & Piergiovanni, L. (2006). Shelf life of minimally processed potatoes Part 1. Effects of high oxygen partial pressures in combination with ascorbic and citric acids on enzymatic browning. *Postharvest Biology and Technology*, 39, 254–264.
- López, A., & Di Sarli, A. (2016). El modelo CIELAB, las fórmulas de diferencias de color y el uso de la Norma Europea en 12878 en morteros y hormigones coloreados. *Ciencia y tecnología de los alimentos*(6), 41-51.
- Ma, L., Zhang, M., Bhandari, B., & Gao, Z. (2017). Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 64, 23-38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.005>
- Mamani, E. (2003). Análisis de Comercialización del Chuño Blanco del Centro Poblado de Chijichaya de la Provincia del Collao de Ilave Periodo 2000.

- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57-66.
- Melian, D. (2010). *Ensayo comparativo de dos metodologías de extracción de almidón de papa usando muestras de diez variedades nativas de Chiloé y dos variedades comerciales* [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile].
- Ministerio de Agricultura [MINAG]. (2009). *Papa. Día Nacional de la papa - Cadena Agroproductiva*. Repositorio MIDAGRI:
<https://repositorio.midagri.gov.pe/jspui/handle/20.500.13036/360>
- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2018). *Manual de abonamiento con guano de las islas*. Agro Rural.
- Morante, J., Obrebska, A., Bru, R., & Carranza, M. (2018). *Polifenol Oxidasa propiedades moleculares y función biológica* (1.ª ed.). Editorial Grupo Compás.
- Ndiaye, C., Xu, S.-Y., & Zhang, W. (2009). "Steam blanching effect on polyphenoloxidase, peroxidase and colour of mango (*Mangifera indica* L.) slices. *Food Chemistry*(113), 92-95.
- Normas UNE 87001-94. (1994). Análisis Sensorial: Vocabulario. Tomo I – Alimentación.
- NTP 011.400. (2007, 31 de octubre). Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI.

- Ñaupá, E. (2010). *Efecto de la liofilización en las propiedades físico-sensoriales de la tunta* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2009). *Año internacional de la papa 2008: Nueva luz sobre un tesoro enterrado*. FAO.
- Paredes, S. (1990). *Procesamiento del chuño blanco en dos comunidades del departamento de Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
- Paredes, S. (1992). Dos tecnologías tradicionales de procesamiento y transformación del chuño blanco o tunta en Puno, Perú. En D. Morales, & J. J. Vacher (Eds.), *Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos (La Paz, Bolivia, 4 al 8 de Febrero de 1991)* (pp. 215–218).
- Paz, L. (1995). *La producción de tunta*. Agruco.
- Peñarrieta, J., Alvarado, K., Bravo, J., & Bergenståhl, B. (2012). Chuño and Tunta; the traditional Andean sun-dried Potatoes. In C. Caprara (Ed.), *Potatoes: Production, Consumption and Health Benefits* (pp. 1-12). Nova Science Publishers.
- Prada, R. (2012). Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa. *Revista EAN*, 72, 182-192.

- Ramos, E. (2019, 10 de junio). *Actualidad de la entrañable tunta (o chuño)*. Agraria.pe.
<https://agraria.pe/noticias/actualidad-de-la-entranable-tunta-o-chuno-19156>
- Rea, J., & Vacher, J. J. (1992). La Papa Amarga, I mesa redonda: Perú–Bolivia. *Institut Français de Recherche Scientifique por le Développement en Cooperation (ORSTOM)*.
- Salazar, M., Zambrano, J., & Valecillos, H. (2008). Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agricultura Andina*, 14, 101-117.
- Santos Maza, S. (2011). *La papa nuestra de cada día*. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Ministerio de Agricultura.
- Sanz, J. C., & Gallego, R. (2001). *Diccionario del Color*. Akal.
- Suárez, P., Andreu, A., Colman, S., Clausen, A., & Feingold, S. (2009). Pardeamiento enzimático: caracterización fenotípica, bioquímica y molecular de papas nativas de Argentina. *Rev. Latinoam. la Papa*, 15(1), 66-71.
- Terranova. (1995). *Producción agrícola*. Terranova Editores.
- Tillmann, H. J. (1983). El chuño es del Perú: Canca chuño. *Minka*, 10, 25-30.
- Tomás-Barberán, F., & Espín, J. (2001). Phenolic compounds and related enzymes of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9), 853-876.

Valdizán, H., & Maldonado, A. (1922). *La medicina popular peruana*. Imprenta Torres Aguirre.

Werge, R. W. (1979). Potato Processing in the Central Highlands of Peru. *Ecology of Food and Nutrition*(7), 29–234.

Yoshikawa, K., & Apaza, F. (2020). Unfrozen state by the supercooling of chu~no for traditional agriculture in altiplano andes. *Environmental and Sustainability Indicators*, 8, 100063. doi.org/10.1016/j.indic.2020.100063

Zorn, E., & Lieberman, L. (2010). Freeze Dried but Always Peeled: Biocultural Approaches to Food Processing, Preparation and Consumption of the Andean Potato. In L. Stanford (Ed.), *Globalizing Food in the Americas. Anthropological Perspectives on the Political Economy, Forms of Resistance and Negotiation of Identities through Food*. Berg Publishers.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	Variables	Dimensión	Indicadores	Valor escalar	Técnica	Instrumento
<p>General</p> <p>¿Cuál será la influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada?</p>	<p>General</p> <p>Evaluar la influencia de la variedad en las características físicas y rendimiento de tunta lavada.</p>	<p>General</p> <p>La variedad influye en las características físicas y rendimiento de tunta lavada.</p>	<p>Independiente</p> <p>Variedad</p>	10 kg de cada variedad	Canchán Yungay y Chaska	Variedad	Gravimétrica	Balanza de plataforma
<p>Específicos</p> <p>¿Cuál será la influencia de la variedad en la dureza de tunta lavada?</p>	<p>Específicos</p> <p>Determinar la influencia de la variedad en la dureza de tunta lavada.</p>	<p>Específicos</p> <p>La variedad influye en la dureza de tunta lavada.</p>	<p>Dependiente</p> <p>Dureza</p>	Mecánica	Dureza	kg-f	Instrumental	Penetrómetro
<p>¿Cuál será la influencia de la variedad en el color de tunta lavada?</p>	<p>Determinar la influencia de la variedad en el color de tunta lavada.</p>	<p>La variedad influye en el color de tunta lavada.</p>	Color	Física	L* a* b*	Adimensional Adimensional Adimensional	Instrumental	Cámara digital
<p>¿Cuál será la influencia de la variedad en el rendimiento de tunta lavada?</p>	<p>Determinar la influencia de la variedad en el rendimiento de tunta lavada.</p>	<p>La variedad influye en el rendimiento de tunta lavada.</p>	Rendimiento	Física	Porcentaje	%	Pesado	Balanza electrónica

Anexo 2. Métodos de análisis

- a. Análisis de Humedad.** – se realizó por el método gravimétrico según Asociación de los químicos analíticos oficiales (AOAC, 1998), se fundamenta en la pérdida de peso de la muestra, en estufa a 105 °C por tres horas hasta peso constante. La humedad se determina con la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(pmh - pms)}{pmh} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ec. (03)}$$

Donde:

pms : Peso de muestra seca en g

pmh: Peso de muestra húmeda en g

- b. Contenido de almidón.** – se empleó, la metodología de extracción de almidón por decantación basadas en (Melian, 2010). El cálculo del porcentaje de almidón se procede de la siguiente manera:

$$AL (\%) = \frac{P_f}{P_i} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ec. (04)}$$

Donde:

P_f = peso del almidón después de secado en estufa.

P_i = peso inicial de la papa antes del triturado.

c. Contenido de materia seca. - Las papas separadas de cada una de las tres variedades, se cortan en dos partes de tamaño similar (diametralmente), con una de las partes se determinó la humedad por secado en estufa a 105 °C por tres horas. Por diferencia se obtuvo el contenido de materia seca.

$$Materia\ seca\ (\%) = 100 - Humedad\ (\%) \dots\dots\dots Ec. (05)$$

d. Gravedad Específica. - Previo a la determinación de la gravedad específica se procede a limpiar y acondicionar individualmente los tubérculos de cada una de las variedades. La determinación se realiza tomando en cuenta la recomendación de Hall et al. (1978) que para determinar el valor de la gravedad específica con el uso de una balanza analítica de laboratorio, mediante determinación de peso en el aire y el peso cuando la muestra esté sumergida en un litro de agua destilada a 15.6 °C.

Estos pesos se determinan pesando la muestra en el aire y sumergiendo en agua; la diferencia corresponde a la pérdida aparente de peso en el agua, que es el peso del agua desalojada, según el principio gravimétrico de Arquímedes; luego estos datos se reemplazan en la ecuación:

$$GE = \frac{W}{W - W_{agua}} \dots\dots\dots Ec. (06)$$

Donde:

W = peso de la muestra en el aire

W_{agua} = peso en el agua

Anexo 3. Análisis de Varianza para Dureza de Tunta Lavada

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	456.40	2	228.20	25.85	0.0011
Variedad	456.40	2	228.20	25.85	0.0011
Error	52.96	6	8.83		
Total	509.36	8			

Anexo 4. Análisis de Varianza para Luminosidad (L*) de Tunta Lavada

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4834.77	26	185.95	4.69	0.0001
Variedad	42.60	2	21.30	0.54	0.5864
Día	4128.33	8	516.04	13.02	0.0001
Variedad*Día	663.84	16	41.49	1.05	0.4189
Error	3210.68	81	39.64		
Total	8045.45	107			

Anexo 5. Análisis de Varianza para Variación de Color (ΔE) de Tunta Lavada

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	de Grados libertad	de Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	9537.84	26	366.84	17.78	0.0001
Variedad	1914.79	2	957.39	46.40	0.0001
Día	6977.43	8	872.18	42.27	0.0001
Variedad*Día	645.62	16	40.35	1.96	0.0265
Error	1671.41	81	20.63		
Total	11209.24	107			

Anexo 6. Análisis de Varianza para Cromo (C^*) de Tunta Lavada

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	de Grados libertad	de Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	10587.77	26	407.22	28.90	0.0001
Variedad	813.84	2	406.92	28.88	0.0001
Día	8985.99	8	1123.25	79.72	0.0001
Variedad*Día	787.95	16	49.25	3.50	0.0001
Error	1141.28	81	14.09		
Total	11729.05	107			

Anexo 7. Análisis de Varianza para Tono (h^*) de Tunta Lavada

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	de Grados libertad	de Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6408.52	26	246.48	13.94	0.0001
Variedad	88.98	2	44.49	2.52	0.0870
Día	5929.37	8	741.17	41.93	0.0001
Variedad*Día	390.18	16	24.39	1.38	0.1730
Error	1431.71	81	17.68		
Total	7840.23	107			

Anexo 8. Análisis de Varianza para Rendimiento de Tunta Lavada

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	430.94	2	215.47	433.90	0.0001
Variedad	430.94	2	215.47	433.90	0.0001
Error	2.98	6	0.50		
Total	433.92	8			