



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCVELICA**

(Creada con ley 25265)



**ESCUELA DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIDAD DE POSGRADO**

TESIS

**DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y
COMPUESTOS BIOACTIVOS EN TRES VARIEDADES DE PAPAS
NATIVAS (*Solanum sp*) Y DEL CHUNO**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SEGURIDAD ALIMENTARIA

PRESENTADO POR:

Mg. Jovencio TICSIHUA HUAMAN

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

HUANCAVELICA - PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
(Creado por la ley N°25265)
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
(APROBADO CON RESOLUCION N°736-2005-ANR)



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Ante el jurado conformado por los docentes: Dr. David, RUIZ VÍLCHEZ, Dr. Carlos Raúl, VERASTEGUI ROJAS Y Dr. Roberto Carlos, CHUQUILIN GOICOCHEA.

Asesor: Dr. Efrain David, ESTEBAN NOLBERTO.
ORCID: 0000- 0003-3426-2255
DNI: 22497743

De conformidad al reglamento único de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica, aprobado mediante Resolución N° 330-2019-CU-UNH y modificado con resolución N°552-2021-CU-UNH; y la Directiva de Sustentación Sincrónica de Tesis de los Estudiantes de Maestría y Doctorado de las Unidades de posgrado de las Facultades Integrantes de la Universidad Nacional de Huancavelica en el Marco del Estado de Emergencia covid-19, aprobado con Resolución Directoral N° 340-2020-CU-UNH.

EL candidato al GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS, Don Mg. Jovencio, TICSIHUA HUAMAN procedió a sustentar su trabajo de investigación titulado: DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN TRES VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS (*Solanum sp*) Y DEL CHUNO.

Luego, de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los miembros del jurado, se dio por concluido al ACTO de sustentación de forma sincrónica, realizándose la deliberación, calificación y resultando:

Con el calificativo: Aprobado Por: Unanimidad
Desaprobado

Y para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad Acobamba, a los cuatro días del mes de julio del año 2023.


Dr. David, RUIZ VILCHEZ
Presidente
ORCID: 0000-0001-8871-5833
DNI: 20033973


Dr. Carlos Raúl, VERASTEGUI ROJAS
Secretario del jurado
ORCID: 0000- 0002-5582-6315
DNI:20401285


Dr. Roberto Carlos, CHUQUILIN GOICOCHEA
Vocal
ORCID: 0000-0002-8751-691X
DNI: 42154955

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, que me protege y me guía en todo momento. A mis padres, Feliciano Ticsihua Huatarongo y Jesusa Huaman Quispe, por ponerme en este camino y por todo su amor; a mis hijos Noris Yandie Ticsihua Espeza y Estefano Ticsihua Espeza; también quiero dedicarle este trabajo a mi esposa Biliana Espeza Areche, gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona; ya mis familiares por su apoyo incondicional que siempre me han brindado en todos los proyectos y demás objetivos que me he propuesto en la vida.

Jovencio TICSIHUA HUAMAN

ASESOR

Dr. EFRAÍN DAVID ESTEBAN NOLBERTO

ORCID: 0000- 0003-3426-2255

DNI: 22497743

RESUMEN

La papa nativa y el chuño son alimentos ancestrales de gran importancia en la seguridad alimentaria en las regiones altoandinas del Perú, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas: puka dусis, yana tarmeña y ajo suytu. Se realizó un análisis en estado fresco y procesado en chuño, de la capacidad antioxidante, el contenido de polifenoles y antocianinas totales. La variedad puka dусis presentó valores más altos de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos. La capacidad antioxidante de la variedad puka dусis en estado fresco fue de $132,32 \pm 9,86$ μmol Trolox equiv. /100 g; y del chuño fue de $83,06 \pm 7,27$ μmol Trolox equiv. /100 g. El contenido de polifenoles totales de la variedad puka dусis en estado fresco fue de $185,33 \pm 12,05$ mg de ác. gálico/100 g; y del chuño fue de $113,72 \pm 8,96$ mg de ác. gálico/100 g. El contenido de antocianinas totales de la variedad puka dусis en estado fresco fue de $322,78 \pm 12,14$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g; y del chuño fue de $231,74 \pm 5,11$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g. Las tres variedades de papas nativas en estado fresco presentaron mayor contenido compuestos bioactivos que del chuño. Por los hallazgos de este trabajo, la papa nativa y el chuño podrían considerarse alimentos potencialmente beneficiosos para la salud humana, por lo que se recomienda investigar más sobre estos productos ancestrales.

Palabras clave: capacidad antioxidante; compuestos bioactivos; polifenoles; antocianina; chuño.

ABSTRACT

The native potato and chuño are ancestral foods of great importance for food security in the high Andean regions of Peru. The objective of this research was to determine the antioxidant capacity and bioactive compounds of three varieties of native potatoes: puka dусis, yana tarmeña and ajo suytu. An analysis of the antioxidant capacity, polyphenol and total anthocyanin content was carried out in fresh and processed chuño. The puka dусis variety showed higher values of antioxidant capacity and bioactive compounds. The antioxidant capacity of the puka dусis variety in fresh state was 132.32 ± 9.86 μmol Trolox equiv./100 g; and of chuño was 83.06 ± 7.27 μmol Trolox equiv./100 g. The total polyphenol content of the puka dусis variety in the fresh state was 185.33 ± 12.05 mg of gallic acid/100 g; and of the chuño was 113.72 ± 8.96 mg of gallic acid/100 g. The total anthocyanin content of the puka dусis variety in fresh state was 322.78 ± 12.14 mg cyanidin-3-glucoside/100 g; and of the chuño it was 231.74 ± 5.11 mg cyanidin-3-glucoside/100 g. The three varieties of native potatoes in fresh state presented higher content of bioactive compounds than chuño. Based on the findings of this work, native potato and chuño could be considered potentially beneficial foods for human health, and further research on these ancestral products is recommended.

Keywords: antioxidant capacity; bioactive compounds; polyphenols; anthocyanin; chuño.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
DEDICATORIA	iii
NOMBRE DE ASESOR.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INDICE.....	vii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	13
1.1. Planteamiento del Problema.....	13
1.2. Formulacion del Problema	14
1.3. Objetivos	15
1.3.1. Objetivo general... ..	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificación e importancia.....	16
1.4.1. Socioeconómico	16
1.4.2. Ambiental	16
1.4.3. Científico- tecnológico	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación	18
2.2. Bases teóricas	26
2.2.1. Capacidad antioxidante	26
2.2.2. Efecto de la congelación – secado en los alimentos	27

2.2.3. Compuestos bioactivos	27
2.2.4. Variedades de papas cultivadas en Perú.....	28
2.2.5.1. <i>Puka dusis</i>	29
2.2.5.2. Yana Tarmeña	31
2.2.6. chuño.....	36
2.2.6.1. <i>Proceso de ancestral de chuño</i>	36
2.2.6.2. <i>Propiedades nutricionales del chuño</i>	37
2.3. Marco conceptual	38
2.4. Marco filosófico	41
2.5. Definición de términos	42
2.6. Formulación de hipótesis	44
2.7. Identificación de variables	44
2.8. Definición operativa de variables e indicadores	44
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.1. Tipo de investigación	46
3.2. Nivel de investigación.....	46
3.3. Método de investigación	46
3.4. Diseño de investigación	47
3.5. Población, muestra y muestreo	47
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	47
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	47
3.8. Descripción de la prueba de hipótesis.....	48
CAPITULO IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	49
4.1. Caracterización de compuestos bioactivos de papas nativas	49
4.1.1. Capacidad antioxidante de las variedades de papas nativas.....	49
4.1.2. Polifenoles totales de papas nativas	51

4.1.3. Antocianinas totales de papas nativas y del chuño.....	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	62
MATRIZ DE CONSISTENCIA	63

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Descripción morfológica de la papa nativa Puka dusis</i>	29
<i>Tabla 2. Caracteres agronómicos de la papa nativa Puka dusis</i>	30
<i>Tabla 3. Nomenclatura de la papa nativa Puka dusis</i>	30
<i>Tabla 4. Información general de la papa nativa Puka dusis</i>	30
<i>Tabla 5. Usos culinarios de la papa nativa Puka dusis</i>	30
<i>Tabla 6. Descripción morfológica de la papa nativa Yana tarñena</i>	31
<i>Tabla 7. Caracteres agronómicos de la papa nativa Yana tarñena</i>	32
<i>Tabla 8. Nomenclatura de la papa nativa Yana tarñena</i>	32
<i>Tabla 9. Información general de la papa nativa Yana tarñena</i>	32
<i>Tabla 10. Usos culinarios de la papa nativa Yana tarñena</i>	33
<i>Tabla 11. Descripción morfológica de la papa nativa Ajo suytu</i>	34
<i>Tabla 12. Caracteres agronómicos de la papa nativa Ajo suytu</i>	34
<i>Tabla 13. Nomenclatura de la papa nativa Ajo suytu</i>	34
<i>Tabla 14. Información general de la papa nativa Ajo suytu</i>	35
<i>Tabla 15. Usos culinarios de la papa nativa Ajo suytu</i>	35
<i>Tabla 16. Composición del chuño a comparación de papas</i>	37
<i>Tabla 17. Definición operativa de variables e indicadores</i>	45
<i>Tabla 18. Técnicas de procesamiento y análisis de datos</i>	47
<i>Tabla 19. Técnicas de procesamiento y análisis de datos</i>	47
<i>Tabla 20. Contenido de capacidad antioxidante de papas nativas</i>	50
<i>Tabla 21. Prueba t-student de la capacidad antioxidante</i>	50
<i>Tabla 22. Contenido de polifenoles totales de papas nativas y del chuño</i>	51
<i>Tabla 23. Prueba t-student del contenido de polifenoles totales</i>	52
<i>Tabla 24. Contenido de antocianina totales de papas nativas y del chuño</i>	53
<i>Tabla 25. Prueba t-student del contenido de antocianinas totales</i>	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Papa nativa Puka dusis.	31
Figura 2. Papa nativa Yana tarmeña.	33
Figura 3. Papa nativa Ajo suytu.	35
Figura 4. Chuño.	36
Figura 5. Diagrama de flujo de elaboración de chuño	42
Figura 6. Contenido de polifenoles totales en estado fresco y chuño.	50
Figura 7. Capacidad antioxidante en estado fresco y chuño.	51
Figura 8. Contenido de polifenoles totales en estado fresco y chuño.	52
Figura 9. Contenido de antocianinas totales en estado fresco y chuño,.....	54

INTRODUCCIÓN

Perú está considerado como centro de alta producción de las papas nativas, lo que enfatiza la importancia de este cultivo para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural, así como su valor como alimento en la lucha contra el hambre y la pobreza (Rosero Alpala *et al.*, 2020). Huancavelica está situada en el corazón de los Andes peruanos, es conocido el departamento más pobre del Perú. No obstante, alberga un tesoro que pasa desapercibido: la papa nativa y cientos de variedades. Este tubérculo presenta diferentes colores de pulpa, entre los más populares son los rojos, morados o marrones y otras aun no identificadas (Gil-Rivero *et al.*, 2019). En la actualidad la papa nativa es un principal fuente alimentaria para la población andina y junto a su conocimiento de los antepasados (Remón Gamboa & Peña Rojas, 2018)

El tubérculo andino se conoce como alimento nutraceuticos tienen la facultad de nutrir y a la vez ayudar a prevenir algunas enfermedades, por ello existe una tendencia a valorar y fomentar el consumo de estos alimentos, lo que puede conducir a una alta calidad de vida y una larga vida, es probable al consumo de alimentos naturales de valor nutraceuticos tales como: “papa nativa”, “oca”, “mashua”, entre otros productos que favorecen una mayor longevidad (Gil-Rivero *et al.*, 2019)

El chuño es un producto alimenticio tradicional alto andino en Bolivia y Perú, fuentes importantes de calcio, hierro, carbohidratos, cenizas, ácido gálico y antioxidantes, la elaboración del chuño es una actividad ancestral que se realiza sobre los 3800m s.n.m., a temperaturas bajo cero (hasta -12 °C), en época de invierno (de mayo a julio), humedad relativa (menos de 40%); estas condiciones favorecen el congelado y el secado natural de la papas para transformarse en chuño, prolongando su vida útil del producto (Yabar-Villanueva *et al.*, 2023)

Este trabajo de investigación aborda la determinación de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en tres variedades de papas nativas (*Solanum ssp*) en estado fresco y procesado en chuño, estos compuestos bioactivos y un futuro prometedor a estos productos ancestrales andinos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es importante reconsiderar la utilidad de la diversidad de papas nativas como componente de seguridad alimentaria debe ser revalorizada en forma de capacidad antioxidante y compuestos polifenoles totales, actualmente la población mundial está siendo testigo al desarrollo de una gran diversidad de enfermedades degenerativas debido a un desequilibrio de los constituyentes de la dieta, mala educación y orientación alimentaria, siendo el principal factor de riesgo los radicales libres, estos son átomos con electrones desemparejados que producen inestabilidad, daño celular y puede ser indefinido si los antioxidantes no intervienen (Alayo Anticona, 2017). La importancia de los antioxidantes radica en la acción sobre los radicales libres del organismo como forma de prevención o simplemente del envejecimiento. Los antioxidantes son importantes porque que interactúan con los radicales libres y los neutralizan, retrasando o deteniendo el proceso de envejecimiento. Como menciona el (Cueva Mogrovejo, 2018), el cuerpo genera defensas para neutralizar estas moléculas dañinas, aunque no siempre son suficientes, por lo que es necesario la ingesta de sustancias antioxidantes.

La papa nativa (*Solanum sp*), es uno de los alimentos primarios desde la antigüedad, pero poco estudiada su composición nutricional aún no está muy extendida, los alimentos tienen varios usos potenciales en la agroindustria, incluido su contraparte liofilizado "chuño", que mantiene sus cualidades sensoriales y fisicoquímicas considerablemente mejores, el propósito de este proyecto es liofilizar naturalmente la papa nativa para preservarla y aumentar la vida útil de su forma deshidratada, conocida como chuño.

Las papas nativas es un alimento andino, que se cultivan en las regiones alto andinas, tienen un aporte energético de 20 a 60 kcal por cada 100 g, presentan sus componentes almidón, azúcares, proteínas, grasas y vitaminas según la variedad de papa nativa.

El chuño es componente importante en la dieta de los pobladores rurales y urbanos, debido a que previenen enfermedades gastrointestinales y cáncer al colon, por ende, desempeñan una función clave en seguridad y soberanía en alimentación, educación y salud, debido a que constituyen un 80 % de producción nacional en donde destacan las provincias de la región Altoandina (Fonseca *et al.*, 2011; Quispe Mamani, 2009).

Es necesario estandarizar un proceso que permita abaratar los costos de producción y conserve mejor sus características sensoriales y fisicoquímicas para la producción de chuño, y pueda ser producida a gran escala en un futuro cercano, mejorando la situación económica de las familias altoandinas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

¿Cuál será la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*) en estado fresco y procesado en chuño?

Problema específico

- ¿Cuál será la capacidad antioxidante de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*)?
- ¿Cuál será la capacidad antioxidante del chuno, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*)?
- ¿Cuáles son los compuestos bioactivos: polifenoles y antocianinas totales de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*)?
- ¿Cuáles son los compuestos bioactivos: polifenoles y antocianinas totales del chuno, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*)?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*) en estado fresco y procesado en chuno.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la capacidad antioxidante de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*)
- Determinar la capacidad antioxidante del chuno, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*)
- Determinar los compuestos bioactivos polifenoles y antocianinas totales de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*).
- Determinar los compuestos bioactivos polifenoles y antocianinas totales del chuno, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*).

1.4. Justificación e importancia

La presente investigación es justificada teóricamente al generar nuevos conocimientos sobre la determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*) y del chuno, ya que no existen muchos estudios de esta planta.

1.4.1. Socioeconómico

Las familias de la comunidad campesina de Pomavilca Acobamba Huancavelica, realizan la actividad agrícola como su principal actividad económica, siendo el sistema de producción de papas nativas para alimentación diaria.

La investigación está orientada a estandarizar un proceso que permita abaratar los costos de producción de chuño y conserve mejor sus características sensoriales y fisicoquímicas, y cómo extender su vida útil para que pueda ser consumida y la comercialización en los mercados a mejores precios cuando no hay cosecha, esta actividad promueve la estabilidad, el bienestar personal y familiar, y una mayor participación social y comunitaria por parte de la sociedad campesina.

1.4.2. Ambiental

La capacidad antioxidante y compuestos bioactivos tienen gran importancia para combatir el stress oxidativo, enfermedades cardiovasculares, cáncer y problemas de enfermedades crónicas de esta época por lo tanto la investigación contribuye a la sociedad, la búsqueda e investigación de sustancias con alto potencial antioxidante y compuestos bioactivos, los cuales se encuentran en muchas frutas y en algunas papas nativas del Perú. Conociendo la importancia que tienen los biocomponentes, y conocedores de la coloración, contenido de antocianinas en las papas nativas, generando mayor conciencia en la conservación de la biodiversidad y el ambiente natural y contribuyendo al desarrollo sostenible de la comunidad campesina de Pomavilca.

1.4.3. Científico- tecnológico

Esta investigación ampara su valor científico en la necesidad de obtener datos del contenido de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*) y del chuno, para poder aprovecharlos en mayor cantidad estos efectos biológicos, garantizando la seguridad alimentaria mediante la aplicación de tecnología y el uso racional de los recursos naturales para su uso por la generación humana actual y las futuras.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

El presente proyecto de estudio, fue necesaria indagación de artículos científicos en revistas indexadas de alto impacto, los trabajos se encontraron en su mayoría sobre chuño derivado de la papa y los componentes benéficos que se encuentran en los tubérculos andinos. A continuación, se detalla.

(Benavides-Guerrero *et al.*, 2020), en su investigación “Extracción asistida con ultrasonido de compuestos fenólicos de dos variedades de papas (*Solanum phureja*) nativas andinas y evaluación de su actividad antioxidante - San Juan de Pasto, Colombia”. El objetivo fue evaluar el contenido de fenoles totales (FT) y actividad antioxidante de dos variedades de papas (*Solanum phureja*) nativas cultivadas al sur de Colombia, en dos estudios, el primero para determinar el excelente solvente para extraer los FT y el segundo para evaluar el efecto del uso de ultrasonido en la extracción de FT. La actividad antioxidante se evaluó por los métodos de ABTS y DPPH. El mejor solvente fue acetona al 70 % (v/v). La utilización de ultrasonido aumentó 118 - 195 % la extracción de FT. El contenido de FT fue mayor en la piel que en la pulpa.

Se concluye que las variedades de *S. phujera* estudiadas son una buena fuente de compuestos antioxidantes, pero se requiere identificar y cuantificar los compuestos presentes, tales como antocianinas.

(Leidi *et al.*, 2018), en su investigación “Cultivos de raíces y tubérculos andinos como fuente de alimentos funcionales”. Santa Catalina, Quito, Ecuador. Existen muchas especies de plantas valiosas han sido domesticadas y mejoradas por las sociedades antiguas, pero su propagación global ha sido relativamente limitada, algunas especies, como la raíz y tubérculos. sirven como las principales fuentes de energía tradicionales de la región para la seguridad alimentaria. También son una maravillosa fuente de alimentos funcionales.

En esta revisión, nos enfocamos en algunas especies (ahipa, arracacha, mashua, yacón) evaluadas en el proyecto LATINCROP que reunieron información sobre su estado de conservación, prácticas de cultivo y usos tradicionales y para promover nuevos usos culinarios. Al mismo tiempo, esta revisión cubre los últimos estudios sobre sus componentes nutricionales y propiedades funcionales que pueden aumentar la conciencia pública para promover su adopción. Proporciona una visión de los hechos disponibles y considera lo que aún queda por hacer.

(Balladares & Ramos, 2018), en su estudio “Evaluación de antocianinas y micronutrientes en papa nativa (*Solanum andigena*)”. Ambato, Ecuador. Su estudio fue evaluar el contenido de antioxidantes (antocianinas) y micronutrientes (hierro, magnesio y calcio) en las variedades de papa nativa Puca Shungo, Yana Shungo y Yema de huevo, entera y pelada. Se realizaron análisis químicos para caracterizar las variedades de papa nativa, el método de pH diferencial mediante espectrofotometría UV-visible para cuantificar el contenido de antocianinas, y los métodos oficiales de la AOAC mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama para la determinación de micronutrientes. El mayor contenido de antocianinas totales se encontró en la papa Yana Shungo entera con 252,77 mg/100 g de materia seca. De igual manera los contenidos más altos de hierro y magnesio se presentaron en la

variedad Yana Shungo entera con valores de 8,38 y 152,64 mg/100 g de materia seca, respectivamente. En cuanto a calcio, el mayor contenido fue de 55,47 mg/100 g de materia seca presente en la variedad Yema de huevo entera.

(Lazarte *et al.*, 2015), en su investigación “Contenido de fitato, zinc, hierro y calcio de la comida boliviana común e implicaciones para la biodisponibilidad mineral. Universidad San Simón, Cochabamba, Bolivia”. El objetivo fue analizar el contenido de zinc, hierro, calcio y fitato en los 16 alimentos más consumidos de 5 aldeas en una zona rural tropical de Bolivia. Los alimentos se seleccionaron de acuerdo con un cuestionario de frecuencia de alimentos completado. Los minerales se analizaron por absorción atómica y los fitatos por cromatografía HPLC. Las relaciones molares de fitato: mineral se presentan como indicación de la biodisponibilidad mineral.

Dentro de los alimentos analizados, la quinua es una fuente potencial de minerales: zinc 3,65, hierro 5,40 y calcio 176 mg / 100 g; sin embargo, también tiene el mayor contenido de fitato 2060 mg / 100 g. los tubérculos tienen concentraciones más bajas (de 77 a 427 mg / 100 g). En general, tanto el contenido de fitato como las relaciones molares Phy: Zn (fitato: zinc), Phy: Fe (fitato: hierro) y Phy: Ca (fitato: calcio) en la mayoría de los alimentos analizados estaban en niveles susceptibles de inhibir la absorción de estos minerales. Se encontraron asociaciones positivas significativas ($p < 0,01$) entre el nivel de fitato y minerales en los alimentos, para zinc ($r = 0,714$), hierro ($r = 0,650$) y calcio ($r = 0,415$). Los resultados comparados con los datos de EE. UU. o de Bolivia mostraron algunas discrepancias, lo que confirma la necesidad de datos más confiables para las evaluaciones e intervenciones dietéticas.

(Barragan Condori & Aro Aro, 2017), en su trabajo de investigación titulado “Determinación del efecto de procesos de cocción en papas nativas pigmentadas (*Solanum tuberosum spp.* andigena) sobre sus compuestos bioactivos” su objetivo fue evaluar el efecto causado por diferentes procesos de cocción (hervido, frito y microondas) de papas nativas pigmentadas, cuantificándose para ello el contenido de antocianinas totales (CAT) y

polifenoles totales (PFT) antes y después de cada proceso. El contenido de (CAT) en la papa nativa pigmentada sangre de toro (PST) y papa wenq'os (PWQ) fue de 59,21 y 19,35 (mg cianidina 3 glucosido/100g) respectivamente y una vez procesadas la papa (PST) disminuyendo su (CAT) a 4,63 (mg cianidina 3-glucosido/100g) en el proceso de cocción por horno microondas, al igual que la papa (PWQ) a 1,31 (mg cianidina 3-glucosido/100g) en fritura. También se termina la composición de (PFT) en la papa (PST) y (PWQ) de 179,51 y 87,92 (mg ácido gálico/100g) respectivamente y una vez procesados son 125,27 (mg ácido gálico/100g) al horno microondas de la papa (PST) y 12,19 (mg ácido gálico/100g) en fritura de la papa (PWQ). La disminución más severa en contenido de (CAT) y (PFT), presentó la papa nativa wenq'os ambos en el proceso de cocción por fritura, lo cual determina que este proceso de cocción tiene mayor efecto de degradación sobre los compuestos antioxidantes en papas pigmentadas nativas.

(Guzmán Loayza, 2021), en su investigación “Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el procesado del Zumo de Huito (Genipa americana L.)”. Universidad Agraria la Molina – Perú. su objetivo, fue determinar el efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el zumo de huito, se caracterizó biométrica y fisicoquímicamente al fruto evaluando su composición química proximal, vitamina C, polifenoles totales, genipina, ácido geniposidico y capacidad antioxidante. Obtenido el zumo, con la finalidad de determinar su estabilidad microbiológica, se trabajaron con cuatro tratamientos (con adición y sin adición de conservante; con pasteurización y sin pasteurización), estos tratamientos fueron evaluados en el tiempo cero, quince y treinta días de almacenamiento a temperatura ambiente, en mohos y levaduras, aerobios mesófilos viables y coliformes totales; el mejor tratamiento, fue almacenado por 90 días y posteriormente caracterizado en su composición química, pH, acidez, vitamina C, polifenoles totales, capacidad antioxidante, genipina, ácido geniposidico y contenido mineral. Se determinó que el huito es bajo en grasa y alto en carbohidratos 0,43 y 13,49 por ciento respectivamente, contiene 219,18 mg EAG/100g de

polifenoles totales; 0,72 mg/100g de genipina; 1,64 mg/100g de ácido geniposídico y 1782,60 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ de capacidad antioxidante.

(Diaz Maldonado, 2019), en su investigación “Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la mashua morada *Tropaeolum tuberosum*,” la Libertad Perú, su objetivo fue determinar la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos totales de *Tropaeolum tuberosum* “mashua” de variedad morada. el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), en el cual se midió las absorbancias de las muestras en el espectrómetro en diferentes concentraciones (5, 25, 50, 75, 150) determinando el porcentaje de inhibición que en se expresó en IC₅₀ (concentración del extracto para inhibición al 50%) y el contenido de compuestos fenólicos por medio del método de Folin Ciocalteu en el cual se midió la concentración de ácido gálico (AG) con la absorbancia de la muestra. Los resultados fueron, en el caso de la actividad antioxidante se observó IC₅₀ es 146.46 $\mu\text{g}/\text{mL}$. En los componentes fenólicos contiene $779.14 \pm 32.81 \mu\text{g AG}/\text{ml}$ de extracto. De tal manera se concluyó que el *Tropaeolum tuberosum* “mashua morada” contiene actividad antioxidante, así como también compuestos fenólicos.

(Mogrovejo Sanchez & Isique Turpo, 2021), en su investigación “Obtención y determinación de compuestos bioactivos (compuestos fenólicos, antocianinas y polifenoles) de papas nativas pigmentadas de la región Altoandina del Perú”. El objetivo fue determinar las antocianinas por el método pH diferencial el cual consiste en utilizar reactivos con diferente nivel de pH uno de 1.5 y 4.5, se determinó los polifenoles por el método de Folin-Ciocalteu, en el cual se usa el reactivo Folin para la medición de compuestos fenólicos totales en productos vegetales en este caso los 40 clones de papas.

Los polifenoles totales fueron obtenidos por el método de Folin-Ciocalteu estos oscilaron entre “1.52 mg AGE/100g” en la variedad 51188.12 a “15.32 mg AGE/100g” en la variedad 511778.5, ambas muestras fueron sin liofilizar y de 3.39 mg AGE/100g en la variedad 511110.1 a 18.78 mg AGE/100g en la variedad 511106.92, ambas muestras fueron liofilizadas. Las antocianinas se obtuvieron por el método de pH diferencial, mostraron resultados entre

“2.21mg C3G/100g en la variedad 511640.18 a “18.56 mg C3G/100g” en la variedad 511114.08A, ambas muestras fueron sin liofilizar y de 0.29 mg C3G/100g en la variedad 511640.18 a 12.29 mg C3G/100g en la variedad 511106.65, ambas muestras fueron liofilizadas.

Los resultados indican que las papas nativas al ser clones de papas mejoradas muestran muy buena cantidad de polifenoles y antocianinas , al momento de la liofilización nos damos cuenta que los componentes que cuenta cada clon no se ven tan afectadas , al contrario las muestras no liofilizadas sus componentes de polifenoles y antocianinas se vieron afectadas por el ambiente , podemos decir que las papas nativas son una gran fuente de antioxidantes y esto se caracteriza por tener colores variados (azul, rojo, purpura, violeta) los cuales al incorporarse a la dieta contribuiría con la salud y el bienestar del organismo, disminuyendo el riesgo de enfermedades degenerativas y aumentaría la protección contra la acción nociva de alimentos no saludables.

(Campos *et al.*, 2018), en su investigación “Potencial bioactivo de frutos, semillas y tubérculos andinos. Arequipa, Perú”. Los Andes se consideran la cordillera continental más larga del mundo. Cubre 7000 km de largo y aproximadamente 200–700 km de ancho y una altura promedio de aproximadamente 4000 m. Especies de plantas muy únicas son endémicas de esta área, incluyendo frutas (p. Ej., Lúcuma, chirimoya, pepino dulce, sauco), raíces y tubérculos (papas, batatas, yacón, chicuru, mashua, olluco, etc.) y semillas (quinua, amaranto, tarwi, etc.). Estos cultivos han sido utilizados durante siglos por la población nativa y relativamente recientemente han ganado la atención mundial debido a la amplia gama de nutrientes y / o fitoquímicos que poseen.

En este capítulo, se seleccionaron las principales frutas andinas, semillas, raíces y tubérculos y se proporciona información nutricional y funcional detallada. Además, se proporcionan usos tradicionales y actuales y se informa su potencial bioactivo en base a la literatura científica publicada.

(Moscoso Moscoso, 2014), en el estudio “Determinación de la capacidad antioxidante y compuesto bioactivos de cinco clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) y del puré deshidratado”. Andahuaylas- Perú. El objetivo fue determinar la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas totales. La capacidad antioxidante fue determinada a través de la prueba de DPPH (radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil), método desarrollado por Brand-Williams et al. (1995). El contenido de compuestos fenólicos, mediante el método de Folin Ciocalteu, metodología descrita por Singleton y Rossi (1965) y el contenido total de antocianinas presentes en los clones mediante el método del pH diferencial.

Los resultados muestran valores considerables de capacidad antioxidante (1738,68 - 3554,44 µg Equivalente Trolox / g muestra b.s.), los cuales disminuyeron en 76,65% - 84,35%; al someter a los clones a procesos tecnológicos para la elaboración del puré deshidratado, obteniendo valores entre 286,47 y 714,06 µg Equivalente de Trolox/g muestra b.s. Así mismo el contenido de fenoles totales fue elevado (17025,32 - 27563,68 mg Equivalente de ácido gálico/100 g de muestra b.s.), los mismos que disminuyeron en diferentes porcentajes (60,41% - 78,09%), llegando a obtener valores entre 5821,2 - 6040,41 mg Equivalente de ácido gálico/100 g de muestra b.s. Con respecto al contenido de antocianinas totales, los valores se encontraron en rangos de 194,73 y 1154,37 mg/100 g muestra b.s., los cuales disminuyeron (36,98% - 69,71%), obteniendo valores de 122,75 - 605,24 mg/100 g muestra b.s.; los clones denominados H y E, tuvieron un contenido de antocianinas de 194,78 y 194,73 mg/100 g muestra b.s., respectivamente; los cuales estadísticamente fueron iguales para un nivel de significancia del 5%.

(Goicochea *et al.*, 2021), en su investigación “Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas)- Huancavelica”. El objetivo fue comprender la importancia de dos tubérculos andinos orgánicos como *Oxalis tuberosa* Molina y *Ullucus tuberosus* Caldas, en cuanto a sus PURIQ VOL. 2 (3). SET - DIC. 2020 ISSN IMPRESO: 2664-4029 ISSN VIRTUAL: 2707-

3602 364 componentes benéficos para la salud humana, así como indagar el valor agregado que tendría mediante una técnica ancestral, llamada comúnmente “chuño”, conocidos como caya y chullce en la región Huancavelica.

Los resultados más relevantes los tubérculos de oca, el contenido total de carotenoides varía de 2 a 25 μg de β -caroteno/g . En el caso de olluco, los resultados indican que estos tubérculos no contienen carotenoides, a pesar de tener el tejido amarillo pigmentado.

(Ore Areche *et al.*, 2022), en su estudio titulado “Antioxidant activity of the functional drink from the stem extract of *Oxalis tuberosa* Mol. and heat-treated *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer juice” su objetivo fue evaluar el efecto del jugo del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. “oca” y el jugo del fruto de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer “laqa-laqa” en la capacidad antioxidante de la bebida funcional. Los tallos de “oca” y el fruto de “laqa-laqa” se recolectaron para obtener el jugo. Se formularon tres tratamientos (B1, B2 y B3) con dos repeticiones cada uno, con diferentes concentraciones de jugo de “oca” y “laqa-laqa”, a los cuales se realizó una evaluación sensorial con 30 panelistas semi entrenados, en la evaluación se determinó que el tratamiento B2 (300 ml de jugo de tallo de “oca”, 800 ml de jugo de “laqa-laqa”, 1000 ml de agua tratada y 220 g de azúcar refinada) obtuvo mayor puntuación para todos sus atributos (color, olor, sabor y apariencia general), el cual fue sometido a una evaluación fisicoquímica. Los resultados obtenidos fueron 89,50 de humedad, 1,38 de proteína, 1,08 de grasa, 1,82 de ceniza y 6,22 de carbohidratos, mientras que Energía total: 40,13 kcal/100 g, Polifenoles totales: 1825,13 mg de ácido gálico/100 g y Actividad Antioxidante: 89,56% μmol de trolox/100 g. estos resultados demuestran que es una bebida alto en energía con buena actividad antioxidante, lo cual es recomendable su consumo por las personas que se encuentran en constante actividad física.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Capacidad antioxidante

Los radicales libres son átomos, moléculas o iones altamente inestables debido a su estructura atómica o molecular, a medida que posean electrones desapareados, estos tipos de compuestos presentan grandes tendencias para capturar un electrón de otra especie química para recuperar su estabilidad (Avello et al. 2006). En este proceso una molécula vecina se vuelve un radical libre, provocando una reacción en cadena que en este caso de no ser interrumpida puede provocar alteraciones celulares asociadas a patologías (Rodríguez 2011), como el cáncer, artritis reumatoidea, los procesos degenerativos asociados con el envejecimiento incluyendo las enfermedades del Parkinson y Alzheimer. La vida media biológica del radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que este a su alrededor provocando un gran daño a moléculas, membranas celulares y tejidos (Avello & Suwalsky, 2006). Un radical libre puede afectar a un millón de moléculas durante la reacción en cadena. Durante el metabolismo humano se liberan radicales libres y nuestro organismo tiene la capacidad de contrarrestar la producción de estos radicales para mantener el equilibrio homeostático (Coronado et al., 2015), pero también se producen radicales libres por los contaminantes ambientales (radiación ultravioleta, atmosféricos, de suelos, etc.), el problema para la salud se produce cuando nuestro organismo tiene que soportar un exceso de radicales libres durante años, y cuando sobrepasa las defensas antioxidantes de las células se produce el estrés oxidativo (Avello & Suwalsky, 2006). Muchos estudios epidemiológicos sugieren que el consumo de antioxidantes naturales como los alimentos ricos en polifenoles, frutas frescas y vegetales tienen efectos protectores y su protección se ha atribuido en parte debido a la presencia de varios componentes como las vitaminas, flavonoides, antocianinas y otros compuestos polifenólicos incluyendo los minerales (Guzmán Loayza, 2021). Por tanto, se puede definir un antioxidante como una sustancia capaz de neutralizar la acción

oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones en nuestra sangre, los que son captados por los radicales libres (Avello & Suwalsky, 2006).

2.2.2. Efecto de la congelación – secado en los alimentos

Los alimentos secos ofrecen la comodidad de almacenamiento y transporte derivados de su larga vida útil y bajo peso. Los alimentos liofilizados disfrutan de estas propiedades y generalmente son de mayor calidad que los productos secados por otros procesos. Como resultado, los alimentos liofilizados tienden a ser preferidos en artes culinarias sobre otros productos secos (Goicochea *et al.*, 2021).

La pérdida de vapor de agua del producto depende principalmente de dos influencias: calor disponible para el producto; y el diferencial de presión de vapor a través de la interfaz de sublimación entre capas congeladas y secas. En la práctica, estos dos factores a menudo se ven comprometidos en interés de la economía de producción. A pesar del uso generalizado de la liofilización en laboratorios biológicos y en la producción de medicamentos y vacunas, el desarrollo de la liofilización como tecnología alimentaria ha estado plagado de problemas de costos y aumento de escala. Su aplicación al procesamiento de alimentos a gran escala se ha limitado a una pequeña cantidad de productos que incluyen café instantáneo, mezclas de sopas, raciones militares y hierbas. La calidad final de un producto liofilizado se puede determinar optimizando las condiciones en tres pasos en el proceso: la fase primaria, la fase de secado y la fase suplementaria (Huertas Flores, 2022)

2.2.3. Compuestos bioactivos

Los alimentos, particularmente las frutas y verduras, están coloreados naturalmente principalmente por cuatro grupos de pigmentos: las clorofilas verdes, los carotenoides amarillo-naranja-rojo, las antocianinas rojo-azul-púrpura y la betanina roja. Estos pigmentos también se incorporan a los productos alimenticios por adición directa o indirectamente a través de la alimentación de los animales. Aunque los estudios recientes han sido

estimulados y dominados por su importancia en la salud humana, las investigaciones anteriores fueron motivadas por el color que imparten (Barragan Condori & Aro Aro, 2017).

Compuestos orgánicos que tienen una actividad biológica en el organismo, sus componentes tienen una gran afinidad con sus moléculas, por lo que son altamente aprovechadas por nuestras células, los organismos y los sistemas. Así las frutas son consideradas como fuente importante de macro y micronutrientes, también poseen compuestos con propiedades bioactivas que proveen beneficios adicionales a la salud protegiendo al cuerpo humano contra diferentes dolencias crónicas como la obesidad, diabetes mellitus, dislipidemias, cánceres entre otros (Carvalho et al., n.d.)

Algunos de los métodos más utilizados, por su simplicidad y reproducibilidad, son FRAP (Poder antioxidante reductor del hierro, por sus siglas en inglés), DPPH (depleción del óxido 2,2- difenil-1-picrilhidrazil) y ABTS (depleción del 2, 2'-Azinobis-3- etil- benzotiazolina-6-ácido sulfónico) (Aseervatham *et al.*, 2012)

2.2.4. Variedades de papas cultivadas en Perú.

Las variedades de papas nativas se producen en cantidades en cada región y se clasifican en dos grupos, nativas y mejoradas. A continuación, se describe:

- a. Variedad:** Es una colección de plantas con rasgos similares entre sí,
- b. Cultivar:** Es una colección de plantas con rasgos iguales entre sí. Constituyen parte de una variedad.
- c. Clon:** Conjunto de plantas que se reprodujeron vegetativamente (asexualmente), ya sea como la planta madre o como un subconjunto de ella
- d. Híbrido:** Progenie producida sexualmente de padres genéticamente desiguales.

2.2.5. Variedades nativas

Hay más de 4000 variedades de papas nativas que en su mayoría se encuentran en los Andes teniendo diferentes colores, tamaños y formas. Algunas variedades nativas se siembran individualmente para comercialización por ser

de muy buena calidad culinaria (harinosos). Se siembran en la sierra especialmente en las comunidades campesinas localizadas a partir de los 3000 msnm. (de Comunidades Campesinas, 2006)

2.2.5.1. Puka dusis

El tubérculo tiene típicamente doce ojos, y la comida se conoce como dusi en la cultura quechua, particularmente utilizado en la región de Chopcca para hacer un estofado de patatas y carne llamado saqta mati, que se come cuando una pareja se casa y se entrega a la mama de la novia (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 1

Descripción morfológica de la papa nativa Puka dusis

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	
Hábito de crecimiento	Decumbente
Color primario de la flor	Morado (intermedio)
Color secundario de la flor	Ausente
Distribución color secundario de la flor	Ausente
Grado de floración	Profuso
Color del tallo	Pigmentado con poco pigmentado con verde
Forma del tubérculo	Oblongo
Color primario de la piel del tubérculo	Rojo morado intermedio
Color secundario de la piel del tubérculo	Morado (en los ojos)
Color primario de la carne del tubérculo	Blanco
Color secundario de la carne del tubérculo	Violeta (anillo vascular)
Color predominante del brote	Violeta

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 2*Caracteres agronómicos de la papa nativa Puka dusis*

Caracteres agronómicos	
Rendimiento (kg por planta)	0.5 – 1,3
No. tubérculos por planta	9 - 22
Rancha	Susceptible
Helada	Susceptible
Almacenamiento	Mayor a 5 meses
Rango de Adaptación	3,400 – 4,000 msnm

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 3*Nomenclatura de la papa nativa Puka dusis*

Nomenclatura	
Nombre común	Puka Dusis (HC, TA, PU, LI)
Sinónimos	Dusis (PO), Warmi Nina (AL), Puka Dusi (PU, VH), Papa Dusis (DM), Kulli Sunqu Dusis (HC, PU, DM)
Significado	Dusis Rojo

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 4*Información general de la papa nativa Puka dusis*

Información general	
Especie	Solanum goniocalyx
Abundancia	Escasa
Ploidía	2n=2x=24

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 5*Usos culinarios de la papa nativa Puka dusis*

Usos culinarios

Hervido

Los tubérculos pequeños se utilizan para hacer chuño

Tiempo de cocción: Corto

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Figura 1

Papa nativa Puka dusion



Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

2.2.5.2. Yana Tarmeña

Esta papa nativa es posible procede de distrito de Tarma, región de Junín; de ahí se procede el nombre Yana tarmeña. Sus tubérculos son muy harinosos.

Tabla 6

Descripción morfológica de la papa nativa Yana tarñena

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	
Hábito de crecimiento	Decumbente
Color primario de la flor	Morado (pálido)
Color secundario de la flor	Ausente
Distribución color secundario de la flor	Ausente
Grado de floración Profuso	Moderado

Color del tallo	Pigmentado con poco	Verde con manchas
Forma del tubérculo		Oblongo
Color primario de la piel del tubérculo		Negrusco (intermedio)
Color secundario de la piel del tubérculo		Morado (en áreas)
Color primario de la carne del tubérculo		Amarillo claro
Color secundario de la carne del tubérculo		Violeta (anillo vascular)
Color predominante del brote		Violeta

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 7

Caracteres agronómicos de la papa nativa Yana tarñena

Caracteres agronómicos	
Rendimiento (kg por planta)	0.9 -1,2
No. tubérculos por planta	17 - 22
Rancha	Resistente
Helada	Medianamente tolerante
Almacenamiento	Mayor a 5 meses
Rango de Adaptación	3,300 – 4,000 msnm

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 8

Nomenclatura de la papa nativa Yana tarñena

Nomenclatura	
Nombre común	Yana tarñena (VH, DM)
Sinónimos	Yana Carmina (AL)
Significado	Tarñena Negra

Fuente: Yana tarñena (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 9

Información general de la papa nativa Yana tarñena

Información general	
Especie	Solanum tuberosum andigena
Abundancia	Intermedia

Ploidía $2n=4x=48$

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 10

Usos culinarios de la papa nativa Yana tarñena

Usos culinarios
Hervido
Bueno para pachamanca
Tiempo de cocción: Corto

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Figura 2

Papa nativa yana tarmeña



Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

2.2.5.3. Ajo suytu

Un cultivar que tiene demanda comercial tanto en mercados locales como no regionales, aparece bajo la siembra de michka, que es la siembra temprana.

Tabla 11***Descripción morfológica de la papa nativa Ajo suytu***

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	
Hábito de crecimiento	Decumbente
Color primario de la flor	Morado (pálido)
Color secundario de la flor	Ausente
Distribución color secundario de la flor	Ausente
Grado de floración Profuso	Moderado
Color del tallo Pigmentado con poco	Verde
Forma del tubérculo	Oblongo alargado
Color primario de la piel del tubérculo	Rosado (pálido)
Color secundario de la piel del tubérculo	Blanco crema (anteojos)
Color primario de la carne del tubérculo	Crema
Color secundario de la carne del tubérculo	Ausente
Color predominante del brote	Violeta

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 12***Caracteres agronómicos de la papa nativa Ajo suytu***

Caracteres agronómicos	
Rendimiento (kg por planta)	0.9 -1,0
No. tubérculos por planta	12 - 16
Rancha	Medianamente susceptible
Helada	Medianamente susceptible
Almacenamiento	Mayor a 5 meses
Rango de Adaptación	3,300 – 4,000 msnm

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 13***Nomenclatura de la papa nativa Ajo suytu***

Nomenclatura	
Nombre común	Ajo suytu (VH, AL)
Sinónimos	Suytu Yuraq Peruana (PU), Ajo Suytu

(LI), Ruyru Ajo Suytu (DM), Puka
Ahu Suytu (*)

Significado Ajo largo de dos colores

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 14

Información general de la papa nativa Ajo suytu

Información general	
Especie	Solanum chaucha
Abundancia	Común
Ploidía	$2n=4x=36$

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Tabla 15

Usos culinarios de la papa nativa Ajo suytu

Usos culinarios
Hervido
Bueno para pachamanca
Tiempo de cocción: Corto

Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

Figura 3

Papa nativa Ajo suytu



Fuente: (de Comunidades Campesinas, 2006)

2.2.6. chuño

El chuño es un alimento que tiene un color blanco y una superficie áspera con hendiduras (Figura 4) que se obtiene de papas nativas amargas, las cuales pasan por un proceso de deshidratación a través de la congelación, incluso con un lavado en el río por sumergimiento y un secado por exposición al sol. Pero este proceso tradicional es realizado por agricultores que están en el altiplano (Guidi et al., 2002) ; Norma Técnica Peruana (Peruana, 2007)

Figura 4

Chuño



Fuente: (Guidi *et al.*, 2002)

La producción de chuño es principalmente en el departamento de Puno con un 70 % de producción nacional, pero existe otros departamentos en las cuales está distribuido el 30 % restante, estos son Apurímac con un 2 %, Junín 8%, Huancavelica 2 %, Ancash 3 % y Cuzco 15 % (Blanco, 2018). Además, la tunta se produce a altitudes de más de 4000 msnm durante el invierno al exponer, al tubérculo a temperaturas heladas, radiación solar y al agua que fluye del río. Este proceso produce un alimento básico, deshidratado y altamente nutritivo (Peñarrieta et al., 2011).

2.2.6.1. *Proceso de ancestral de chuño*

El chuño y la moraya se producido en Perú, las regiones altoandinas por encima de los 3800 metros sobre el nivel del mar, teniendo Puno una de las tasas de producción nacional más altas (80%), así como las

provincias de Lampa, Chucuito, Collao, Carabaya, Azángaro y Junín, que tienen condiciones ideales (clima frío, geografía plana y abundante suministro de agua) para producir estos productos nacionales (Huicho Espinoza & Suazo Peña, 2021)

2.2.6.2. *Propiedades nutricionales del chuño*

Siendo un alimento con aporte de hierro y calcio, así con aporte energético, que protege las paredes del estómago, lo que ayuda a prevenir la gastritis y las úlceras, y numerosos expertos señalan que las personas que consumen chuño o moraya con regularidad minimizan la posibilidad de desarrollar hipercolesterolemia (Cardenas Herrera, 2018)

Tabla 16

Composición del chuño a comparación de papas

	Chuño	Moraya	Papa
Humedad (% Peso fresco)	14-20	13-18,1	68-84%
Proteínas (% materia seca)	0,6-4,5	1,3-3,2	7-14 d.g.h
Carbohidratos (% materia seca)	92-95	94-96	79-87 d.g.h
Lípidos (% materia seca)	0,2-1,5	0,2	0,4-1,5 d.g.h
Ash (% materia seca)	2,0-3	0,5	2-5,8
Capacidad Antioxidante (μ mol TE/100 g materia seca)	150-180	nd	100-470
Ácido gálico (mg/100 g materia seca)	60	nd	110

Fuente: (Cardenas Herrera, 2018)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Antioxidante

Antioxidante es considerado como una sustancia que tiene la capacidad de disminuir significativamente o inhibir la oxidación del sustrato, incluso en concentraciones más bajas que el sustrato oxidable (Becerra et al. 2011), es así que el antioxidante al colisionar con el radical libre (RL) le cede un electrón oxidándose a su vez y transformándose en un RL débil no tóxico (Avello & Suwalsky, 2006) Las papas nativas además de ser ricas en nutrientes, presentan antioxidantes naturales (carotenoides, flavonoides y antocianinas), los mismos que cumplen un papel fundamental en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Manach et al., 2004).

2.3.2. Papa nativa

La papa nativa (*Solanum sp*), es un tubérculo domesticado en la región andina a altitudes entre 3500 y 4500 msnm; representa una de las contribuciones más importantes de la región andina al mundo entero, por ser uno de los cultivos alimenticios más consumidos y apreciados, y porque de esa manera colaboramos con el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de toda la Humanidad. (Moscoso Moscoso, 2014). La papa se cultiva en los andes desde hace más de 7000 años. Según investigaciones confirmadas recientemente, el origen de la papa, especie *Solanum tuberosum*, se centra en la parte norte del lago Titicaca, sur del Perú (Remón Gamboa & Peña Rojas, 2018). La forma del tubérculo y meristemas apicales y su color de superficie son diferentes colores. Existen más de 3500 ecotipos de papas nativas.

2.3.1. Principales características de las papas nativas

- Tolerancia a plagas y enfermedades.
- Periodo vegetativo desde cortos a largos (4 a 7 meses).
- Alto contenido de materia seca (28 a 35%).
- Buen contenido de proteínas (2 a 5%)

- Diversos colores y pigmentaciones en la pulpa del tubérculo.
- Buena capacidad de almacenamiento.
- Forma de tubérculos variados.
- Color de la epidermis de los tubérculos muy diversos.
- Adaptadas a las condiciones alto andinas.
- Algunas variedades contienen propiedades antioxidantes (pigmentos y antocianinas).
- Tienen un alto contenido de vitaminas y minerales.
- Presentan mayor demanda cada vez, porque son excelentes para la preparación de diversos tipos de alimentos (Urquiza Carhuas, 2017).

2.3.3. Congelación – secado

La congelación – secado llamada también “liofilización”, es un proceso de eliminar el agua de un producto mediante congelación y luego sublimar el hielo en vapor. La sublimación es un fenómeno físico por el cual el hielo sólido se convierte directamente en vapor sin pasar por el estado líquido. Eliminar el agua de los alimentos, por sublimación, protege el material contra la pérdida de componentes importantes y contra las reacciones químicas asociadas con la extracción o vaporización de agua líquida (Mellor & Bell, 2003).

La liofilización ocurre en la naturaleza a través de los efectos combinados del calentamiento solar, vientos fríos y secos, y atmósferas rarificadas de regiones montañosas. Estas condiciones naturales se utilizan para producir pescado "stock" liofilizado en Noruega y un producto de papa seca llamado chuno en Perú. La ardilla roja de América del Norte también utiliza la liofilización de una manera peculiar, que se sabe que esparce trozos de comida en las horquillas de los árboles al comienzo del invierno, y por lo tanto liofiliza su suministro de alimentos (Mellor & Bell, 2003).

2.3.4. Compuestos bioactivos

Los alimentos, particularmente las frutas y verduras, están coloreados naturalmente principalmente por cuatro grupos de pigmentos: las clorofilas

verdes, los carotenoides amarillo-naranja-rojo, las antocianinas rojo-azul-púrpura y la betanina roja. Estos pigmentos también se incorporan a los productos alimenticios por adición directa o indirectamente a través de la alimentación de los animales. Aunque los estudios recientes han sido estimulados y dominados por su importancia en la salud humana, las investigaciones anteriores fueron motivadas por el color que imparten (Rodríguez-Amaya, 2016).

Compuestos orgánicos que tienen una actividad biológica en el organismo, sus componentes tienen una gran afinidad con sus moléculas, por lo que son altamente aprovechadas por nuestras células, los organismos y los sistemas. Así las frutas son consideradas como fuente importante de macro y micronutrientes, también poseen compuestos con propiedades bioactivas que proveen beneficios adicionales a la salud protegiendo al cuerpo humano contra diferentes dolencias crónicas como la obesidad, diabetes mellitus, dislipidemias, cánceres entre otros (Medeiros 2013).

Algunos de los métodos más utilizados, por su simplicidad y reproducibilidad, son FRAP (Poder antioxidante reductor del hierro, por sus siglas en inglés), DPPH (depleción del óxido 2,2- difenil-1-picrilhidrazil) y ABTS (depleción del 2, 2'-Azinobis-3- etil- benzotiazolina-6-ácido sulfónico) (Aseervatham et al., 2012)

2.3.5. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas, de estructura diversa y con una amplia distribución filogenética (Ramos Zavala, 2013). Los compuestos fenólicos pueden clasificarse en diferentes grupos en función del número de anillos de fenol que contienen y en función de los elementos estructurales que unen estos anillos entre sí. De este modo, se hacen distinciones entre los ácidos fenólicos (p. Ej., Ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos), estilbenos, ligninas (no flavonoides) y flavonoides (Manach et al., 2004). Los flavonoides se subdividen en varios grupos, tales como: flavonoides, antocianinas, flavonoles, flavonas. Los compuestos fenólicos ofrecen no solo propiedades sensoriales importantes, ya que son

responsables del color, el sabor y el sabor en muchas plantas, sino también porque pueden desempeñar un papel clave en la prevención de diversas enfermedades asociadas con el estrés oxidativo (Campos et al., 2018)

2.2.5. Antocianinas

Se ha informado que las formas bioactivas fenólicas in vivo no son necesariamente las que ocurren en los alimentos, sino más bien conjugados o metabolitos que surgen de ellos en el cuerpo humano (Fernandes *et al.*, 2015). Las antocianinas como el cianidin-3-glucósido y la pelargonidin-3-glucósido podrían absorberse en su forma intacta en la pared gastrointestinal, experimentar un metabolismo extenso de primer paso y entrar en la circulación sistémica como metabolitos (Fang, 2014).

2.4. Marco filosófico

Las ciencias fácticas necesitan validar sus hipótesis en lugar de sólo la lógica formal, la ciencia debe examinarse el mundo, cuando sea factible, para evaluar qué tan bien sus teorías coinciden con los datos. Al realizar un experimento, algunas variables se cambian a propósito, el participante del experimento está expuesto a estímulos predeterminados. Pero lo que habitualmente se llama “método experimental” no envuelve necesariamente experimentos en el sentido estricto del término, y puede aplicarse fuera del laboratorio (Bunge, 1973).

Es una relación entre el apoyo empírico y racional de las hipótesis fácticas. “El arte de formular preguntas y de probar respuestas, esto es el método científico, es cualquier cosa menos un conjunto de recetas; y menos técnica todavía es la teoría del método científico” (Bunge, 1973).

Finalmente es muy interesante el aporte de Popper, quién sostuvo que para que una hipótesis sea científica tiene que existir expectativa de confrontación y grado de corroboración, como un índice de la aptitud para la supervivencia de una teoría científica (Bunge, 1973).

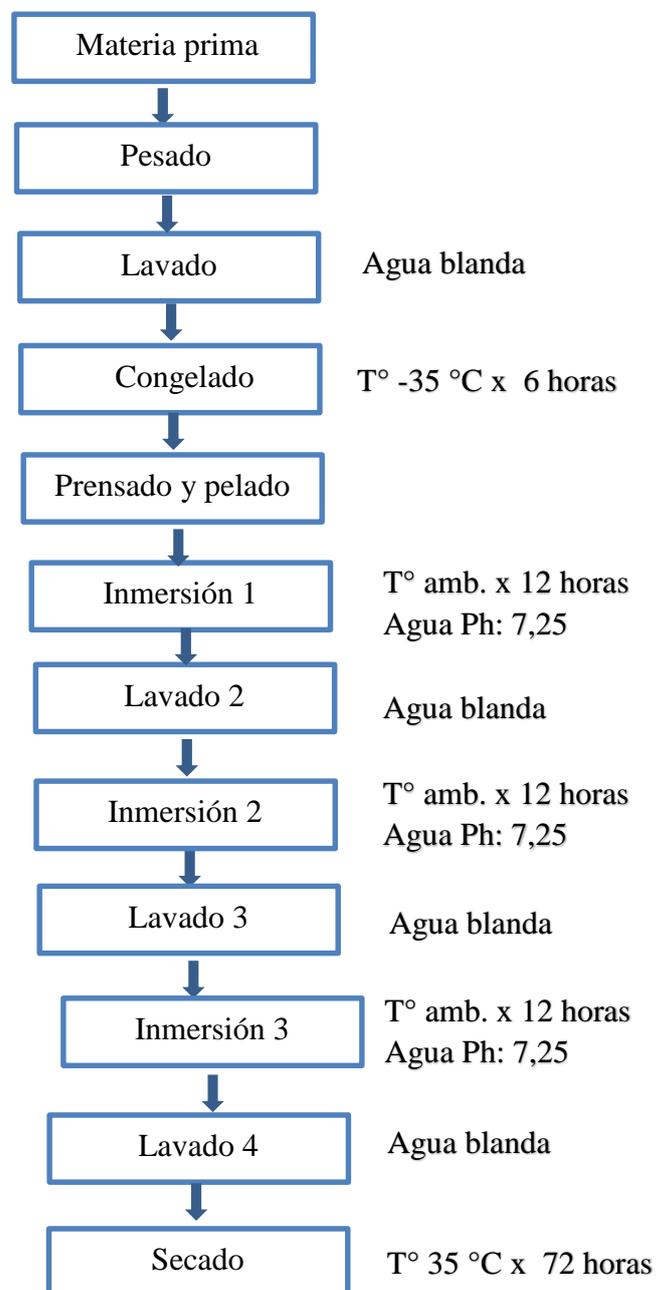
2.5. Definición de términos

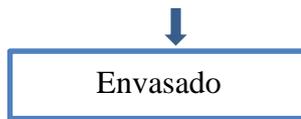
2.5.1. Chuño: Producto logrado por congelación a partir de papa nativa “*Solanum sp.*”.

2.5.2. Proceso de elaboración de chuño

Figura 5

Diagrama de flujo de elaboración de chuño





Fuente: Adaptado (Yabar-Villanueva et al., 2023)

RECEPCIÓN: Se recepcionó tres variedades de papa nativa: puka dusis, yana tarmeña y ajo suytu, en estado maduro.

SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN: Para la selección se separan los que presentan deterioro físico e impurezas y para clasificación se clasificó de acuerdo al tamaño.

PESADO: Se pesó la papa nativa con fines de determinar el rendimiento al final del proceso.

LAVADO: Se realizó con agua blanda y en forma manual y cuidadosamente a fin de no haber presencia de impurezas.

CONGELADO: Se realizó a T° -30°C por 6 horas con liofilizador

DESCONGELADO: Se realizó en recipientes metálicos con agua de pH 7.25 y temperatura ambiente durante 2 horas.

PRENSADO Y PELADO: Se realizó de manera manual hasta generar fisuras y pelado la cascara a fin de eliminar los glicoalcaloides de la papa.

INMERSIÓN 1: Se llevó a cabo en recipientes metálicos con agua de pH 7.25 por 12 horas a temperatura ambiente.

LAVADO 1: Se realizó con agua blanda un primer lavado a fin de eliminar componentes amargos de la papa nativa impregnada en su superficie.

INMERSIÓN 2: Se llevó a cabo en recipientes metálicos con agua de pH 7.25 por 12 horas a temperatura ambiente.

LAVADO 2: Se realizó con agua blanda un segundo lavado a fin de eliminar componentes amargos de la papa nativa impregnada en su superficie.

INMERSIÓN 3: Se llevó a cabo en recipientes metálicos con agua de pH 7.25 por 12 horas a temperatura ambiente.

LAVADO 3 Y 4: Se realizó con agua blanda un tercer y cuarto lavado a fin de eliminar componentes amargos de la papa impregnada en su superficie.

SECADO: Se realizó en cama de secado a 35°C por 72 horas, obteniendo la humedad 14, 2%.

ENVASADO: Se envasó en bolsa polipropileno para el envío de la muestra para el análisis en el laboratorio.

2.6. Formulación de hipótesis

Hipótesis General

Existirá significancia en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*) en estado fresco y procesado en chuño.

Hipótesis Específicas

- Existe diferencia significativa la capacidad antioxidante de tres variedades de papas nativas.
- Existe diferencia significativa la capacidad antioxidante del chuño, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas.
- Existe diferencia significativa los compuestos bioactivos: polifenoles y antocianinas totales de tres variedades de papas nativas.
- Existe diferencia significativa los compuestos bioactivos: polifenoles y antocianinas totales del chuño, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas.

2.7. Identificación de variables

- La capacidad antioxidante de tres variedades de papas nativas
- La capacidad antioxidante del chuño, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas
- El contenido de polifenoles y antocianinas totales de tres variedades de papas nativas.
- El contenido de polifenoles y antocianinas totales del chuño, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas.

2.8. Definición operativa de variables e indicadores

Tabla 17*Definición operativa de variables e indicadores*

Variables	Definición conceptual	Definición Operativa	Dimensiones	Indicadores	Escala o Unidad de Medida
Capacidad antioxidante	La actividad antioxidante de los alimentos ha tenido mucha relevancia y se puede conocer la resistencia a la oxidación de un producto (Rojano 2013)	La AA se determinó con el método de inhibición del radical DPPH mediante la concentración efectiva media del 50% de radical (Brand-Williams et al., 1995).	La actividad antioxidante	EC ₅₀	%
Compuestos bioactivos	Los polifenoles totales son importantes para la salud, debido a sus múltiples efectos benéficos (Bhullar y Rupasinghe, 2013). El contenido de antocianita totales, por lo que son altamente aprovechadas por nuestras células. (Rodríguez-Amaya, 2016)	Los fenoles totales de papas nativas y sus respectivas fracciones se determinaron con el reactivo Folin-Ciocalteu por el método de Singleton y Rossi (1965) El AT en los extractos de tubérculos de papa nativa y sus fracciones se determinó utilizando el método de diferencia de pH (Giusti & Wrolstad, 2001)	El contenido de polifenoles totales	mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) por 100 g de muestra.	mg/100 g
			El contenido de antocianinas totales (TA)	mg de equivalentes de 3-glucósidos de cianidina (CGE) por 100 g de muestra.	mg/100 g

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada (Básica) por que el propósito del presente estudio es el recojo de información de la realidad (capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de papas nativas y el chuño) para el enriquecimiento del conocimiento teórico científico.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es correlacional (por que el propósito de este estudio es examinar la relación existente entre el variable independiente de la variedad de papa nativa y el chuño con el contenido de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos)

3.3. Método de investigación

No experimental

3.4. Diseño de investigación

Correlacional causal

3.5. Población, muestra y muestreo

Población: Variedades de papas nativas y el chuño en la comunidad Pomavilca de provincia de Acobamba.

Muestra: 5 kg de papa nativa por cada variedad, 3 kg de chuño obtenido por cada variedad de papa nativa.

Muestreo: No aleatorio.

Tipo de muestreo: probabilístico en su forma de muestreo aleatorio simple. Porque todos los tubérculos dentro de la población tienen la misma probabilidad de formar parte de la muestra.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 18

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable	Procedimiento Indicando la Técnica e Instrumento
La actividad antioxidante	Método de inhibición del radical DPPH (Brand-Williams et al., 1995)
El contenido de polifenoles totales	Método de Singleton y Rossi (1965).
El contenido de antocianinas totales	Método de diferencia de pH (Giusti & Wrolstad, 2001)

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Tabla 19

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Técnicas de procesamiento	Análisis de datos
Análisis de correlación de Pearson	SPSS -25
Estadística descriptiva	

3.8. Descripción de la prueba de hipótesis

La hipótesis de interés es la misma para todas las relaciones, y está dada por: Los datos cuantitativos se presentarán como valores medios con los respectivos valores de desviación estándar. La capacidad antioxidante, los fenólicos totales y las antocianinas totales, se procesarán mediante correlaciones de Pearson que se determinarán usando SPSS para Windows 10.0 (SPSS, Chicago, IL, EE. UU.).

La prueba de significación se determinara a los niveles 5 % y 1 %, donde promedios en una columna seguidos por diferente letra indican diferencias significativas. ($p\text{-value} > 0,05$). La presentación de los datos será en tablas analizados estadísticamente, representados en gráfico de puntos y de perfiles multivariados (Balzarini et al., 2008; Rienzo et al., 2013).

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Caracterización de compuestos bioactivos de papas nativas

Los resultados obtenidos son discutidos en este apartado en orden de presentación de resultados, primero discutiremos sobre la papa nativa fresca y luego procesado en chuño.

4.1.1. Capacidad antioxidante de las variedades de papas nativas

Se evaluó la capacidad antioxidante fue determinado por el método DPPH a las tres variedades de papas nativas: puka dusic, yana tarmeña y ajo suytu, se realizó un análisis en estado fresco y procesado en chuño. Los resultados del contenido fueron reportados como μM Trolox equivalente/g.m en estado fresco como en estado chuño. La capacidad antioxidante de dichos cultivares expresan en la siguiente Tabla 20.

Tabla 20*Contenido de capacidad antioxidante de papas nativas*

Variedad de papa	Fresca	Chuño
	(μM de Trolox equivalente/ g)	
Puka Dosis	132,32 ± 9,86	83,06 ± 7,27
Yana Tarmaña	97,47 ± 9,17	63,02 ± 3,04
Ajo Suytu	48,45 ± 5,10	31,96 ± 2,07

De los resultados obtenidos podemos indicar que los contenidos de capacidad de antioxidante de las variedades de papas nativas expresados en estado fresco encontraron entre $48,45 \pm 5,10 \mu\text{M}$ a $132,32 \pm 9,86 \mu\text{M}$ de Trolox equivalente/100g.m. La variedad de papa nativa Puka dosis de pulpa morada es la que presento mayor contenido de capacidad antioxidante con $132,32 \pm 9,86 \mu\text{M}$ de Trolox equivalente/100g.m.

El contenido de capacidad antioxidante del chuño, procesado bajo condiciones controladas en comparación a su materia prima, tiende a reducir como efecto del proceso de elaboración, ello contrasta con el resultado en cultivos de papas nativas bolivianas y el chuño (Yabar-Villanueva et al., 2023).

Tabla 21*Prueba t-student de la capacidad antioxidante de papas nativas y del chuño*

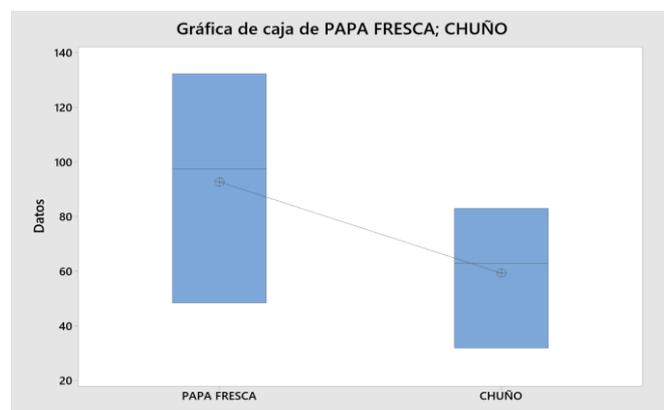
Papa nativa	Valor t	Valor p
Puka Dosis	6,96	0,002*
Yana Tarmaña	6,18	0,003*
Ajo Suytu	5,19	0,007*

* Significativo a $\alpha=0.05$

En la Tabla 21 se puede observar que, la capacidad antioxidante de las tres variedades de papas nativas frescas fue significativamente diferente a la capacidad antioxidante de los chuños obtenidos de estas.

Figura 7

Capacidad antioxidante en estado fresco y chuño



4.1.2. Polifenoles totales de papas nativas

El contenido de polifenoles totales fue determinado por el método (FC) a las tres variedades de papas nativas: puka dusic, yana tarmeña y ajo suytu, se realizó un análisis en estado fresco y procesado en chuño. Los resultados expresados en mg de ácido gálico/ 100 g. muestra en base seca y húmeda se observan en la Tabla 21.

Tabla 22

Contenido de polifenoles totales de papas nativas y del chuño

Variedad de papa	Fresca	Chuño
	(Ácido gálico equivalente/ g)	
Puka Dusic	185,33 ± 12,05	113,72 ± 8,96
Yana Tarmeña	122,56 ± 11,06	98,01 ± 7,01
Ajo Suytu	90,93 ± 8,15	63,02 ± 3,04

De los resultados logrados podemos indicar que el contenido de polifenoles totales de dichas variedades de papas nativas expresados en estado fresco encontró entre $90,93 \pm 8,15$ mg $185,33 \pm 12,05$ mg de ácido gálico/100 g. La variedad de papa nativa Puka dusic de pulpa morada es la que presento mayor contenido de compuestos fenólicos con $185,33 \pm 12,05$ mg de ácido gálico/100 g.

En la indagación con doce papas originarias chilenas que proceden de las islas de Chile y Valdivia se evaluó el contenido de polifenoles totales por el procedimiento de Folin- Ciocalteu en papas con cáscara y sin cáscara, observándose existente una alteración en las muestras de papas peladas y sin pelar. Los polifenoles totales en papas sin pelar oscilaron entre 191 y 1864 miligramos por 100 gramos de base seca (BS), con ambos límites entre 345 y 2852 miligramos por 100 gramos en muestras sin pelar (Ah-Hen et al., 2012), esto indica una alta concentración de polifenoles, lo que concuerda con la observación de (Yabar-Villanueva et al., 2023) , las papas con pulpa roja y morada contienen más fenoles de las papas con pulpa blanca.

Tabla 23

Prueba t-student del contenido de polifenoles totales

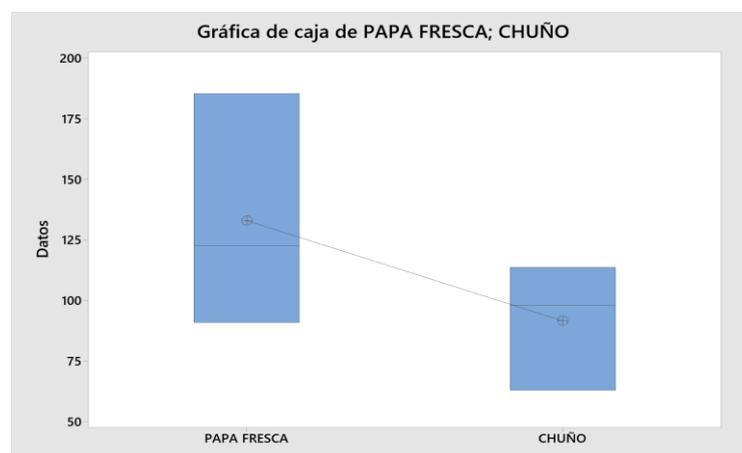
Papa nativa	Valor t	Valor p
Puka Dosis	8,26	0,001*
Yana Tarmeña	3,25	0,031*
Ajo Suytu	5,56	0,005*

* Significativo a $\alpha=0.05$

En la Tabla 23 se puede observar que, el contenido de polifenoles totales de las tres variedades de papas nativas frescas fue significativamente diferente al contenido de polifenoles totales de los chuños obtenidos de estas.

Figura 8

Contenido de polifenoles totales en estado fresco y chuño



4.1.3. Antocianinas totales de papas nativas y del chuño

Analizamos el contenido de antocianinas fue determinado por el método, Espectrometría a las variedades de papas nativas: puka dusis, yana tarmeña y ajo suytu. Los datos del contenido promedio, se expresó como mg cianidina 3-glucósido/100 g.m se observan en la tabla (24), los resultados expresados en estado fresco y procesado en chuño.

Tabla 24

Contenido de antocianina totales de papas nativas y del chuño

Variedad de papa	Fresca	Chuño
	(mg de cianidina-3-glucósido/100 g)	
Puka Dusis	322,78 ± 12,14	231,74 ± 5,11
Yana Tarmeña	131,88 ± 3,91	82,01 ± 5,83
Ajo Suytu	8,55 ± 1,43	2,08 ± 0,51

Las antocianinas monoméricas en las variedades evaluados, representados en estado fresco y procesado en chuño se encontraron entre $8,55 \pm 1,43$ mg a $322,78 \pm 12,14$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g de muestra fresca. La papa nativa Puka dusis de pulpa morada es la que presento mayor contenido de antocianinas con $322,78 \pm 12,14$ de cianidina-3-glucosido/100 g.m en estado fresco.

(Locoz & Karime, 2008), se evaluaron los contenidos de antocianinas monoméricas de 2 variedades de papas nativas de Chiloé de pulpa morada: Michuñe negro y Bruja, obtuvieron los resultados de 0,18 y 0,99 mg de 3-glucósido de cianidina /100 g (bs).

De manera similar, el tubérculo yana siri, cuya cáscara y pulpa de color púrpura indican la presencia de antocianinas y pigmentos, presentó un mayor contenido de antocianinas, (Yabar-Villanueva et al., 2023), ello se confirma con datos en los genotipos de papa de pulpa morada, donde los niveles de antocianina se registraron como 11 a 174 mg de cianidina 3-glucósido/100 g b. h. (Huicho Espinoza & Suazo Peña, 2021)). Es conocido que los carotenoides y las antocianinas proporcionan un gran valor farmacéutico porque incluyen

antioxidantes y capacidades antitumorales para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares (Gallo Chipana, 2022), así mismo menciona que la papa con pulpa morada presenta propiedades carotenoides y las antocianinas proveen un gran valor farmacéutico porque incluyen antioxidantes y capacidades antitumoral y previene las enfermedades cardiovasculares.

Una de las mayores fuentes de antioxidantes, se dice que la mora azul (*blueberries*) tiene un contenido antocianinas totales que oscila entre 138 y 385 miligramo cianidina 3- glucósido/100 gramo (b.h.) según (Fernández & Lizana, 2020)

Tabla 25

Prueba t-student del contenido de antocianinas totales de papas nativas

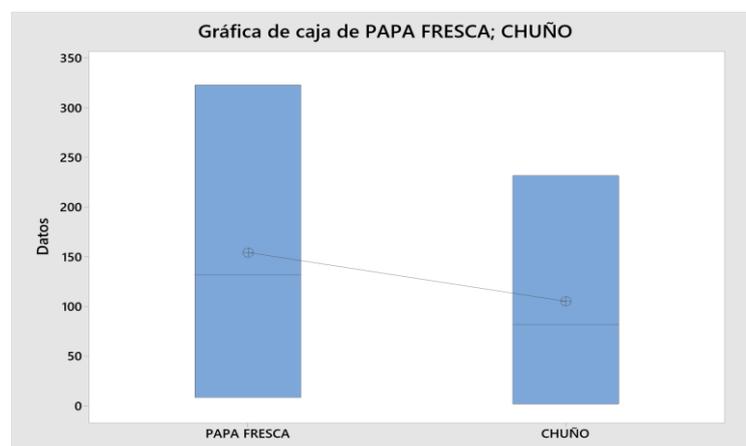
Papa nativa	Valor t	Valor p
Puka Dosis	24,00	0,000*
Yana Tarmaña	12,30	0,000*
Ajo Suytu	7,38	0,002*

* Significativo a $\alpha=0.05$

En la Tabla 25 se puede observar que, el contenido de antocianinas totales de las tres variedades de papas nativas frescas fue significativamente diferente al contenido de antocianinas totales de los chuños obtenidos de estas.

Figura 9

Contenido de antocianinas totales en estado fresco y chuño



CONCLUSIONES

La actividad antioxidante determinado por el método DPPH de la papa nativa puka dusis en estado fresco fue $132,32 \pm 9,86$ μmol Trolox equiv. /100 g; y del chuño fue $83,06 \pm 7,27$ μmol Trolox equiv. /100 g; yana tarmeña en estado fresco fue $97,47 \pm 9,17$ μmol Trolox equiv. /100 g y del chuño fue $63,02 \pm 3,04$ μmol Trolox equiv. /100 g, ajo suytu en estado fresco fue $48,45 \pm 5,10$ μmol Trolox equiv. /100 g y del chuño fue de $31,96 \pm 2,07$ μmol Trolox equiv. /100 g, la variedad de papa nativa puka dusis en estado fresco tiene mayor capacidad antioxidante.

El contenido de polifenoles totales determinado por el método (FC), de la papa nativa puka dusis en estado fresco fue de $185,33 \pm 12,05$ mg de ác. gálico/100 g.m y del chuño fue $113,72 \pm 8,96$ mg de ác. gálico/100 g; yana tarmeña en estado fresco fue $122,56 \pm 11,06$ mg de ác. gálico/100 g y del chuño fue $98,01 \pm 7,01$ mg de ác. gálico/100 g; ajo suytu en estado fresco fue $90,93 \pm 8,15$ mg de ác. gálico/100 g y del chuño fue de $63,02 \pm 3,04$ mg de ác. gálico/100 g, la variedad de papa nativa puka dusis en estado fresco tiene mayor contenido de polifenoles totales.

El contenido de antocianinas totales determinado por el método, Espectrometría de la papa nativa puka dusis en estado fresco fue de $322,78 \pm 12,14$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g y del chuño fue $231,74 \pm 5,11$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g; yana tarmeña en estado fresco fue $131,88 \pm 3,91$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g y del chuño fue $82,01 \pm 5,83$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g; ajo suytu en estado fresco fue $8,55 \pm 1,43$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g y del chuño fue de $2,08 \pm 0,51$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g, la variedad de papa nativa puka dusis en estado fresco tiene mayor contenido de antocianina totales.

Del estudio realizado el contenido de compuestos bioactivos de tres cultivares de papas nativas (*Solanum tuberosum* subespecie andigena) en estado fresco y procesado en chuño, las condiciones de extracción de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y antocianina totales para el chuño fue temperatura de congelación de -30°C x 6 horas, con un secado para el chuño 35°C x 72 horas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda estudiar la papa nativa y el chuño como alimentos funcionales y sus efectos preventivos en la salud humana, debido a que poseen componentes funcionales que individualmente han mostrado extraordinarias cualidades.
- Se recomienda continuar analizando más la composición de la papa nativa y el chuño con el fin de tener información completa de estos productos, por ejemplo, contenido de minerales, aminoácidos, almidón, entre otros de importancia para la agroindustria.
- Se recomienda estudios sus propiedades funcionales, vida útil y características que permitan aplicaciones posteriores como insumos de productos de consumo final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ah-Hen, K., Fuenzalida, C., Hess, S., Contreras, A., Vega-Gálvez, A., & Lemus-Mondaca, R. (2012). Antioxidant capacity and total phenolic compounds of twelve selected potato landrace clones grown in southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(1), 3–9.
- Alayo Anticona, D. E. (2017). *Estudio comparativo de la actividad antioxidante de los frutos de Prunus serotina y el Vaccinium corymbosum*.
- Aseervatham, S., Sasikumar, J., & Kumar, D. (2012). Studies on in vitro free radical scavenging activity of Bixa orellana L. bark extract. *Int J Pharm Pharm Sci*, 4(2), 719–726.
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)*, 494, 161–172.
- Balladares, V., & Ramos, M. (2018). Evaluación de antocianinas y micronutrientes en papa nativa (*Solanum andigena*). *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 26(1), 7–16.
- Barragan Condori, M., & Aro Aro, J. M. (2017). Determinación del efecto de procesos de cocción en papas nativas pigmentadas (*Solanum tuberosum* spp. andigena) sobre sus compuestos bioactivos. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(1), 47–52.
- Benavides-Guerrero, R., Revelo-Cuarán, Y. A., Arango-Bedoya, O., & Osorio-Mora, O. (2020). Extracción asistida con ultrasonido de compuestos fenólicos de dos variedades de papas (*Solanum phureja*) nativas andinas y evaluación de su actividad antioxidante. *Información Tecnológica*, 31(5), 43–50.
- Blanco, L. F. L. (2018). Proyección de la producción de papa en Puno. Una aplicación de la metodología de Box-Jenkins. *Semestre Económico*, 7(1), 7–24.
- Bunge, M. (1973). *La Ciencia, su Método y su Filosofía*.
- Campos, D., Chirinos, R., Ranilla, L. G., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive potential of Andean fruits, seeds, and tubers. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 84, pp. 287–343). Elsevier.

- Cardenas Herrera, L. (2018). *Niveles de glicoalcaloides durante la elaboración del chuño negro a partir de la papa amarga Solanum juzepczukii y Solanum curtilobum.*
- Carvalho, C. N. M., Borges, M. V. O., Medeiros, J. F. P., Barbosa, T. T., Sanchez, D. S., Dantas, P. M. S., & Lemos, T. (n.d.). *CONSUMO ALIMENTICIO DE MUJERES ACTIVAS E INATIVAS FÍSICAMENTE DURANTE LA POST-MENOPAUSIA ALIMENTARY CONSUMPTION OF WOMEN ACTIVE AND PHYSICALLY INACTIVE IN POSTMENOPAUSAL.*
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206–212.
- Cueva Mogrovejo, P. R. (2018). *Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de lupino (Lupinus mutabilis Sweet) para la elaboración de pan.* Quito: UCE.
- de Comunidades Campesinas, F. D. (2006). *Catalogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Peru.*
- Diaz Maldonado, A. G. (2019). *Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la mashua morada Tropaeolum tuberosum.*
- Fang, J. (2014). Bioavailability of anthocyanins. *Drug Metab Rev*, 46(4), 508–520. <https://doi.org/10.3109/03602532.2014.978080>
- Fernandes, I., Faria, A., de Freitas, V., Calhau, C., & Mateus, N. (2015). Multiple-approach studies to assess anthocyanin bioavailability. In *Phytochemistry Reviews* (Vol. 14, Issue 6, pp. 899–919). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11101-015-9415-3>
- Fernández, R., & Lizana, X. C. (2020). Antocianinas en Solanum tuberosum: Una revisión. *Agro Sur*, 48(2), 1–8.
- 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.

- Gallo Chipana, C. (2022). *Evaluación de la actividad antioxidante de dos variedades de papa nativa (Solanum tuberosum); yawar wayku, puma maki.*
- Gil-Rivero, A. E., Lopéz-Medina, E., Mostacero-León, J., & Anthony, J. (2019). Papas nativas con potencial antioxidante, cultivadas en el norte del Perú. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 18(3), 289–324.
- Goicochea, R. C. C., Carolim, M., & Teodoro, J. (2021). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *Puriq*, 2(3).
- Guidi, A., Esprella, R., Aguilera, J., & Devaux, A. (2002). Analisis prospectivo de la cadena agroalimentaria del chuño y la tunta en el altiplano central de Bolivia. *Coloquio Sobre Los SYALs: Sistemas Agroalimentarios Localizados*, 17.
- Guzmán Loayza, D. R. (2021). *Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el procesado del Zumo de Huito (Genipa americana L.).*
- Huertas Flores, E. E. (2022). *Efecto de la liofilización en el secado, características físicas y rehidratación de la pulpa de tres morfotipos de aguaje (Mauritia flexuosa Lf).*
- Huicho Espinoza, W. R., & Suazo Peña, A. S. (2021). *Valorización nutricional y funcional e innovación tecnológica en la elaboración de chuño y moraya.*
- Lazarte, C. E., Carlsson, N. G., Almgren, A., Sandberg, A. S., & Granfeldt, Y. (2015). Phytate, zinc, iron and calcium content of common Bolivian food, and implications for mineral bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.015>
- Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodriguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., Sørensen, M., & Jacobsen, S.-E. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, 51, 86–93.
- Locoz, M., & Karime, D. (2008). *POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE PAPAS Y HARINA NATIVAS DE CHILOE.*
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols:

- food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727–747.
- Mellor, J. D., & Bell, G. A. (2003). Freeze-Drying: The Basic Process. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/00519-8>
- Mogrovejo Sanchez, D., & Isique Turpo, J. C. (2021). *Obtención y determinación de compuestos bioactivos (compuestos fenolicos, antocianinas y polifenoles) de papas nativas pigmentadas de la región Altoandina del Perú*.
- Moscoso Moscoso, E. (2014). *Determinación de la capacidad antioxidante y compuesto bioactivos de cinco clones de papa nativa (solanum tuberosum) y del puré deshidratado*.
- Ore Areche, F., Muñoz Ccencho, R. V., Ruiz Rodríguez, A., & Corilla Flores, D. D. (2022). Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente. *Alfa Revista de Investigación En Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(18), 545–556.
- Peñarrieta, J. M., Salluca, T., Tejeda, L., Alvarado, J. A., & Bergenståhl, B. (2011). Changes in phenolic antioxidants during chuño production (traditional Andean freeze and sun-dried potato). *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4–5), 580–587.
- PERUANA, N. T. (2007). *Tecnología de la información NTP-ISO/IEC 17799*. Lima, Lima, Perú. Recuperado el.
- Quispe Mamani, N. (2009). *Desarrollo de un producto alimenticio por mezclas de harinas de chuño y trigo para el Ayllu Majasaya Mujlli, Provincia Tapacari*. Universidad Mayor de San Simón.
- Ramos Zavala, M. S. (2013). *Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en dos variedades de papas nativas (solanum tuberosum) pigmentadas con diferentes tipos de cocción*.
- Remón Gamboa, Y. K., & Peña Rojas, G. (2018). Diversidad genética de papas nativas

(*Solanum* spp.) del distrito de Vilcashuamán, Ayacucho-Perú, mediante AFLP. *Revista Peruana de Biología*, 25(3), 259–266.

Rosero Alpala, M. G., Tapie, W. A., & Rosero Alpala, D. A. (2020). Diversidad fenotípica de papas nativas en las comunidades indígenas de la etnia de los Pastos (Nariño, Colombia): Agricultura ecológica para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. *Revista Peruana de Biología*, 27(4), 509–516.

Urquiza Carhuas, O. G. (2017). *Evaluación de las características físicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa (Solnaum Tuberosum) precocida.*

Yabar-Villanueva, E., Espinoza, W. R. H., Peña, A. S., Rojas-Zacarías, E., & Alvarez-Tolentino, D. (2023). Biocomponentes y capacidad antioxidante de papas nativas como chuño y tunta bajo diferentes condiciones de temperatura de congelación. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1).

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE TRES VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS (*Solanum sp*) Y DEL CHUNO

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>General ¿Cuál será la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas (<i>Solanum sp</i>) en estado fresco y procesado en chuño?</p>	<p>General Determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas (<i>Solanum sp</i>) en estado fresco y procesado en chuño.</p>	<p>General Existe significancia la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas (<i>Solanum ssp</i>) en estado fresco y procesado en chuño</p>	<p>Variable 1 La capacidad antioxidante de tres variedades de papas nativas La capacidad antioxidante del chuño, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas</p>	<p>Tipo: aplicada Nivel: descriptiva Método: no experimental Diseño: correlacional causal Población, muestra y muestreo: Población: producción de chuño de tres variedades de papas nativas en la provincia de Acobamba. Muestra: 10 kg de cada variedad de papas nativas y 6 kg de chuño obtenido de tres variedades de papas nativas. Muestreo: no aleatorio. Recolección de datos: Método de singleton y rossi (1965). Método colorimétrico de cloruro de aluminio (chang, yang, wen y chern, 2002). Método propuesto por delcour y devarebeke (1985) Método de diferencia de ph (giusti & wrolstad, 2001) Método de inhibición del radical dpsh (brand-williams <i>et al.</i>, 1995) Procesamiento y análisis de datos: análisis de correlación de pearson Estadística descriptiva Software Minitab-19</p>
	<p>Específicos Determinar la capacidad antioxidante de tres variedades de papas nativas (<i>Solanum sp</i>) Determinar la capacidad antioxidante del chuño, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas (<i>Solanum sp</i>) Determinar los compuestos bioactivos: polifenoles y antocianinas totales de tres variedades de papas nativas (<i>Solanum sp</i>). Determinar los compuestos bioactivos: polifenoles y antocianinas totales del chuño, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas (<i>Solanum sp</i>).</p>	<p>Específicas Existe diferencia significativa la capacidad antioxidante de tres variedades de papas nativas. Existe diferencia significativa la capacidad antioxidante del chuno, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas. Existe diferencia significativa los compuestos bioactivos: polifenoles y antocianinas totales de tres variedades de papas nativas. Existe diferencia significativa los compuestos bioactivos: polifenoles y antocianinas totales del chuno, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas.</p>	<p>Variables 2 El contenido de polifenoles y antocianinas totales de tres variedades de papas nativas. El contenido de polifenoles y antocianinas totales del chuño, obtenido a partir de tres variedades de papas nativas</p>	

Resultado de análisis de papa nativa Puka dusis



INFORME DE ENSAYO N° 0448-2023

SOLICITANTE : JOVENCIO TICSIHUA HUAMAN

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

PRODUCTO DECLARADO : PAPA NATIVA (PUKA DUSIS)
NUMERO DE SOLICITUD : 0206-2023
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 500 g.
CONDICIONES DE RECEPCION : ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 30 DE MAYO DE 2023
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 30 DE MAYO DE 2023
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS : 06 DE JUNIO DE 2023

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (100 g)

ANALISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Polifenoles Totales (mg de ácido gálico/100 g)	185,84 ± 12,01	184,81 ± 12,08
Actividad Antioxidante (DPPH (µmol TE/100 g)	131,42 ± 9,92	133,33 ± 9,81
Antocianina Totales (mg de cianidina 3 glucósido/100g)	323,35 ± 12,12	322,21 ± 12,15

METODO DE ENSAYO:

1. POLIFENOLES TOTALES: METODO DE FOLIN-CIOCALTEU (FC)
2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE: METODO DPPH (2,2-DIFANIL-1-PICRILHIDRACILO).
3. ANTOCIANINA TOTALES: METODO ESPECTROMETRIA

CONDICIONES:

- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CENA S.A.C.
- Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los requisitos indicados, no pudiendo sealarse implícita o explícitamente a otras características que no se indican de la muestra, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción, ensayos y cantidad recibida.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad, con normas de producto como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a CENA S.A.C. son de responsabilidad del Solicitante.

HUANCAYO, 06 DE JUNIO DE 2023.

CENA S.A.C.

Ing. Blanca Roque Lima
CIP. 167375

Página 1 de 1
FT-ENS-02/R00/2018-03-26

Dirección: Jr. Magdalena N° 120 San Carlos - Huancayo ■
E-mail: cenasaclaboratorio@hotmail.com / cenasaclab@gmail.com ■
Telf: 064 - 216693 - Cel.: 976088244 - 980043301 ■
FB. [cenasaclaboratorio@hotmail.com](https://www.facebook.com/cenasaclaboratorio@hotmail.com) ■

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Resultado de análisis de papa nativa Yana tarmeña

CENASAC

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS SAC

INFORME DE ENSAYO N° 0447-2023

SOLICITANTE : JOVENCIO TICSIHUA HUAMAN

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

PRODUCTO DECLARADO : PAPA NATIVA (YANA TARMEÑA)
NUMERO DE SOLICITUD : 0205-2023
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 500 g.
CONDICIONES DE RECEPCION : ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 30 DE MAYO DE 2023
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 30 DE MAYO DE 2023
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS : 06 DE JUNIO DE 2023

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (100 g)

ANALISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Polifenoles Totales (mg de acido gálico/100 g)	123,15 ± 11,02	121,98 ± 11,11
Actividad Antioxidante (DPPH (µmol TE/100 g)	96,37 ± 9,22	98,57 ± 9,12
Antocianina Totales (mg de cianidina 3 glucósido/100g)	131,25 ± 3,91	132,51 ± 3,90

METODO DE ENSAYO:

1. POLIFENOLES TOTALES: METODO DE FOLIN- CIOCALTEU (FC)
2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE: METODO DPPH (2,2 - DIFANIL - 1- PICRILHIDRACILO).
3. ANTOCIANINA TOTALES: METODO ESPECTROMETRIA

CONDICIONES

- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CENA S.A.C.
- Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los requisitos indicados, no pudiendo señalarse implícita o explícitamente a otras características que no se indican de la muestra, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción, ensayos y cantidad recibida.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad, con normas de producto como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a CENA S.A.C. son de responsabilidad del Solicitante.

HUANCAYO, 06 DE JUNIO DE 2023.

CENA S.A.C.

Ing. Blanca Roque Lima
C.P. 167375

Página 1 de 1
FT-ENS-02/R00/2018-03-26

Dirección: Jr. Magdalena N° 120 San Carlos - Huancayo ■
E-mail: cenasaclaboratorio@hotmail.com / cenasaclab@gmail.com ■
Telf: 064 - 216693 - Cel.: 976088244 - 980043301 ■
FB. [cenasaclaboratorio@hotmail.com](https://www.facebook.com/cenasaclaboratorio) ■

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Resultado de análisis de papa nativa Ajo Suytu



CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS SAC INFORME DE ENSAYO N° 0446-2023

SOLICITANTE : JOVENCIO TICSIHUA HUAMAN

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

PRODUCTO DECLARADO : PAPA NATIVA (AJO SUYTU)
NUMERO DE SOLICITUD : 0204-2023
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 500 g.
CONDICIONES DE RECEPCION : ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 30 DE MAYO DE 2023
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 30 DE MAYO DE 2023
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS : 06 DE JUNIO DE 2023

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (100 g)

ANALISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Polifenoles Totales (mg de acido gálico/100 g)	91,65 ± 8,07	90,42 ± 8,15
Actividad Antioxidante (DPPH (µmol TE/100 g)	47,97 ± 5,19	48,92 ± 5,02
Antocianina Totales (mg de cianidina 3 glucósido/100g)	8,51 ± 1,45	8,58 ± 1,41

METODO DE ENSAYO:

1. POLIFENOLES TOTALES: METODO DE FOLIN- CIOCALTEU (FC)
2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE: METODO DPPH (2,2 – DIFANIL – 1- PICRILHIDRACILO)
3. ANTOCIANINA TOTALES: METODO ESPECTROMETRIA

CONDICIONES

- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CENA S.A.C.
- Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los requisitos indicados, no pudiendo señalarse implícita o explícitamente a otras características que no se indican de la muestra, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción, ensayos y cantidad recibida.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad, con normas de producto como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a CENA S.A.C. son de responsabilidad del Solicitante.

HUANCAYO, 06 DE JUNIO DE 2023.

CENA S.A.C.

Ing. Blanca Roque Lima
CIP. 167375

Página 1 de 1
FT-ENS-02/R00/2018-03-26

Dirección: Jr. Magdalena N° 120 San Carlos - Huancayo ■
E-mail: cenasaclaboratorio@hotmail.com / cenasaclab@gmail.com ■
Telf.: 064 - 216693 - Cel.: 976088244 - 980043301 ■
FB. [cenasaclaboratorio@hotmail.com](https://www.facebook.com/cenasaclaboratorio) ■

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Resultado de análisis de chuño (Puka dusis)

CENASAC

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS SAC

INFORME DE ENSAYO N° 0506-2023

SOLICITANTE : JOVENCIO TICSIHUA HUAMAN

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

PRODUCTO DECLARADO : CHUÑO (PUKA DUSIS)
NUMERO DE SOLICITUD : 0234-2023
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 500 g.
CONDICIONES DE RECEPCION : ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 17 DE JUNIO DE 2023
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 17 DE JUNIO DE 2023
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS : 21 DE JUNIO DE 2023

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (100 g)

ANALISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Polifenoles Totales (mg de ácido gálico/100 g)	113,35 ± 9,05	114,09 ± 8,91
Actividad Antioxidante DPPH (µmol TE/100 g)	82,55 ± 7,25	83,57 ± 7,29
Antocianina Totales (mg de cianidina 3 glucósido/100g)	232,22 ± 9,30	231,25 ± 9,28

METODO DE ENSAYO:

1. POLIFENOLES TOTALES: METODO DE FOLIN-CIOCALTEU (FC)
2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE: METODO DPPH (2,2 - DIFANIL - 1- PICRILHIDRACILO)
3. ANTOCIANINA TOTALES: METODO ESPECTROMETRIA

CONDICIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CENA S.A.C.
Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los requisitos indicados, no pudiendo señalarse implícita o explícitamente a otras características que no se indican de la muestra, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción, ensayos y cantidad recibida.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad, con normas de producto como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a CENA S.A.C. son de responsabilidad del Solicitante.

HUANCAYO, 21 DE JUNIO DE 2023.

CENA S.A.C.


Ing. Blanca Roque Lima
CIP. 167375

Página 1 de 1
FT-ENS-02/R00/2018-03-26

Dirección: Jr. Magdalena N° 120 San Carlos - Huancayo ■
E-mail: cenasaclaboratorio@hotmail.com / cenasaclab@gmail.com ■
Telf: 064 - 216693 - Cel.: 976088244 - 980043301 ■
FB: cenasaclaboratorio@hotmail.com ■

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Resultado de análisis de chuño (Yana tarmaña)

CENASAC

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS SAC

INFORME DE ENSAYO N° 0507-2023

SOLICITANTE : JOVENCIO TICSIHUA HUAMAN

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. -CENA S.A.C.-INFORMA:
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

PRODUCTO DECLARADO : CHUÑO (YANA TARMEÑA)
NUMERO DE SOLICITUD : 0235-2023
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 500 g.
CONDICIONES DE RECEPCION : ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 17 DE JUNIO DE 2023
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 17 DE JUNIO DE 2023
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS : 21 DE JUNIO DE 2023

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (100 g)

ANALISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Polifenoles Totales (mg de ácido gálico/100 g)	98,22 ± 7,01	97,89 ± 7,17
Actividad Antioxidante DPPH (µmol TE/100 g)	63,42 ± 5,13	64,05 ± 5,08
Antocianina Totales (mg de cianidina 3 glucósido/100g)	82,19 ± 5,78	81,92 ± 5,87

METODO DE ENSAYO:

1. POLIFENOLES TOTALES: METODO DE FOLIN-CIUCALTEU (FC)
2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE: METODO DPPH (2,2 - DIFANIL - 1 - PICRILHIDRACILO).
3. ANTOCIANINA TOTALES: METODO ESPECTROMETRIA.

CONDICIONES

Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CENA S.A.C.

Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los requisitos indicados, no pudiendo señalarse implícito o explícitamente a otras características que no se indican de la muestra, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción, ensayos y cantidad recibida.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad, con normas de producto como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a CENA S.A.C. son de responsabilidad del Solicitante.

HUANCAYO, 21 DE JUNIO DE 2023.

CENA S.A.C.

Ing. Blanca Roque Lima
CIP. 167375

Página 1 de 1
FT-ENS-02/R00/2018-03-26

Dirección: Jr. Magdalena N° 120 San Carlos - Huancayo ■
E-mail: cenasaclaboratorio@hotmail.com / cenasaclab@gmail.com ■
Telf: 064 - 216693 - Cel.: 976088244 - 980043301 ■
FB. [cenasaclaboratorio@hotmail.com](https://www.facebook.com/cenasaclaboratorio) ■

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Resultado de análisis de chuño (Ajo suytu)

CENASAC

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS SAC

INFORME DE ENSAYO N° 0508-2023

SOLICITANTE : JOVENCIO TICSIHUA HUAMAN

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

PRODUCTO DECLARADO : CHUÑO (AJO SUYTU)
NUMERO DE SOLICITUD : 0236-2023
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 500 g.
CONDICIONES DE RECEPCION : ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 17 DE JUNIO DE 2023
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 17 DE JUNIO DE 2023
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS : 21 DE JUNIO DE 2023

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (100 g)

ANALISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Polifenoles Totales (mg de ácido gálico/100 g)	63,22 ± 3,06	62,81 ± 3,01
Actividad Antioxidante DPPH (µmol TE/100 g)	31,82 ± 2,11	32,11 ± 2,03
Antocianina Totales (mg de cianidina 3 glucósido/100g)	2,05 ± 0,52	2,12 ± 0,49

METODO DE ENSAYO

1. POLIFENOLES TOTALES: METODO DE FOLIN- CIOCALTEU (FC)
2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE: METODO DPPH (2,2 – DIFANIL – 1- PICRILHIDRACILO)
3. ANTOCIANINA TOTALES: METODO ESPECTROMETRIA

CONDICIONES

- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CENA S.A.C.
- Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los requestos indicados; no pudiendo señalarse implícita o explícitamente a otras características que no se indican de la muestra, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción, ensayos y cantidad recibida.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad, con normas de producto como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a CENA S.A.C. son de responsabilidad del Solicitante.

HUANCAYO, 21 DE JUNIO DE 2023.

CENA S.A.C.


Ing. Blanca Roque Lima
CIP. 167375

Página 1 de 1
FT-ENS-02/R00/2018-03-26

Dirección: Jr. Magdalena N° 120 San Carlos - Huancayo ■
E-mail: cenasaclaboratorio@hotmail.com / cenasaclab@gmail.com ■
Telf: 064 - 216693 - Cel.: 976088244 - 980043301 ■
FB. [cenasaclaboratorio@hotmail.com](https://www.facebook.com/cenasaclaboratorio) ■

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Anexo

Método para la determinación de compuestos bioactivos.

a. Procedimiento para la determinación de capacidad antioxidante

(Brand-Williams *et al.*, 1995), primer paso se licuó 5 gramos de materia papa nativa con 25 mL de metanol al 80% hasta conseguir una consistencia uniforme. Se trasladó la mezcla a un vaso de precipitación, se abandonó en maceración por 20 horas a 4°C la mezcla se traspasó a un tubo falcón fue centrifugado a 4000 R.P.M. por 30 min. La preparación del DPPH fue diluyendo 24 miligramo de DPPH en 100 mL de agua destilada. Para la cuantificación de la capacidad antioxidante se tomó 150 μ L de la muestra y se adicionó 2850 μ L de la solución nueva diluida ($\lambda = 1.1 \pm 0.02$). Simultáneamente se corrió un blanco con 150 μ L de metanol al 80% y 2850 μ L de la solución diluida para obtener un componente de corrección. Se dejó que la muestra reaccione con el DPPH en agitación y se inició a leer la absorbancia a 515 nm.

b. Procedimiento para la determinación de polifenoles totales

Se reportó usando la curva estándar del ácido gálico. Se usó el procedimiento informado por Segura D. (2004) fundamentado en la cuantificación espectrofotométrica del complejo coloreado compuesto por la reacción entre los compuestos fenólicos y el reactivo Folin Ciocalteu. El método seguido fue: Se licuó 5 gramos de muestra con 25 mL de etanol al 95%. Se trasvasó la mezcla a un vaso precipitado protegido de la luz y se macero por 20 horas a 4°C.

Transcurrido ese tiempo se trasvasó a un tubo falcón y se centrifugo a 4200 R.P.M. por 30 min, y solo se tomó el sobrenadante.

En un tubo de ensayo con una micropipeta se colocaron 250 μ L de muestra, 500 μ L de Folin-Ciocalteu 1 N, 1250 μ L de carbonato de sodio al 7,5% p/v, la mezcla se homogenizó y se reposo 30 min en oscuridad. Se corrió un blanco utilizando 250 μ L de agua destilada. Se leyó las absorbancias a 765 nm.

c. Procedimiento para la determinación de antocianina totales

(Giusti & Wrolstad, 2003), la muestra puesta en viales, se diluyeron 1/50 con soluciones buffer, de pH 4,5 y 1,0 respectivamente (aunque eso depende de la lectura de absorbancia que no pase de 0,7 ni menos de 0). Luego se tomó la muestra con pH 4,5 y se midió la absorbancia a 510 nm. Luego la misma muestra se midió a 700 nm. Se anotó la lectura por triplicado.

Luego se tomó la muestra con pH 1,0 y se midió la absorbancia a 510 nm. Luego la misma muestra se midió a 700 nm. Se anotó la lectura por triplicado.

Con estas lecturas se calculó la absorbancia (A) con la siguiente fórmula:

$$A = (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH}=1} - (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH}=4,5}$$

Una vez calculada la absorbancia (A), se calculó la cantidad de antocianina monomérica (mg/L) con la siguiente fórmula:

$$\text{Antocianina monomérica (mg/L)} = A \times MW \times DF \times 1000 / \epsilon \times 1$$

Dónde:

$$MW = 449,2$$

$$\epsilon = 26900$$

DF = factor de dilución (100 para este caso)

A = Absorbancia de la muestra calculada.

Nota: Si la muestra es desconocida, calcule el pigmento como Cianidina – 3 – glucósido, con los datos anteriormente dados.

1. Selección de papa nativa



2. Elaboración de chuño



3. Secado de chuño



4. Determinación de humedad



5. Pesado de chuño





CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación, titulado:

“DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN TRES VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS (*Solanum sp*) Y DEL CHUÑO”

- Presentado por:
TICSIHUA HUAMAN, Jovencio.
- Docente asesor:
Dr. ESTEBAN NOLBERTO, Efraín David.
- Para obtener:
El GRADO DE DOCTOR en: CIENCIAS AGROPECUARIAS.

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, certifica **que el presente trabajo de investigación**, se encuentra dentro del porcentaje permitido de coincidencia por la Universidad Nacional de Huancavelica.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
88.0 %	12.0 %

El Certificado se expide el 27 de junio del año 2023.

N° 012-2023



ESTEBAN NOLBERTO
UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO

ARTICULO CIENTIFICO

Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en tres variedades de papas nativas (*Solanum sp*) y del chuño

Bioactive compounds and antioxidant capacity in three varieties of native potatoes (*Solanum sp*) and chuño

Jovencio Ticsihua Huaman

jovencio.ticsihua@unh.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-5287-4461>

Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Acobamba, Huancavelica-Perú

Resumen

La papa nativa y el chuño es un alimento ancestral de gran importancia en la seguridad alimentaria en las regiones altoandinas del Perú, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de tres variedades de papas nativas: puka dulis, yana tarmeña y ajo suytu, se realizó un análisis en estado fresco y procesado en chuño. De acuerdo a los parámetros de análisis realizado la capacidad antioxidante, la variedad de papa nativa puka dulis en estado fresco tiene mayor contenido de capacidad antioxidante oscila de $132,32 \pm 9,86$ μmol Trolox equiv. /100 g; y del chuño fue $83,06 \pm 7,27$ μmol Trolox equiv. /100 g. El contenido de polifenoles totales, la variedad de papa nativa puka dulis en estado fresco tiene mayor contenido de polifenoles totales de puka dulis oscila de $185,33 \pm 12,05$ mg de ác. gálico/100 g.m y del chuño fue $113,72 \pm 8,96$ mg de ác. gálico/100 g. El contenido de antocianina, la variedad de papa nativa puka dulis en estado fresco tiene mayor contenido de antocianina totales oscila de $322,78 \pm 12,14$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g y del chuño fue $231,74 \pm 5,11$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g. Las tres variedades de papas nativas en estado fresco presentaron mayor contenido compuestos bioactivos que del chuño, los productos conservaron y concentraron sus compuestos bioactivos con respecto a sus materias primas. Por los hallazgos de este trabajo, la papa nativa y el chuño podrían considerarse alimentos potencialmente

beneficiosos para la salud humana, por lo que se recomienda investigar más sobre estos productos ancestrales.

Palabras clave: capacidad antioxidante; compuestos bioactivos; polifenoles; antocianina; chuño.

Abstract

The native potato and chuño is an ancestral food of great importance for food security in the high Andean regions of Peru. The objective of this research was to determine the antioxidant capacity and bioactive compounds of three varieties of native potatoes: puka dусis, yana tarmeña and ajo suytu.

According to the analysis parameters, the antioxidant capacity of puka dусis ranges from 131.42 ± 9.92 μmol of TE/100 g and for the chuño from 131.42 ± 9.92 μmol of TE/100 g; yana tarmeña ranged from 96.36 ± 9.22 μmol of TE/100 g and for chuño from 131.42 ± 9.92 μmol of TE/100 g; ajo suytu ranged from 47.97 ± 5.19 μmol of TE/100 g and for chuño from 131.42 ± 9.92 μmol of TE/100 g. The total phenol content of puka dусis ranges from 185.84 ± 12.01 mg of gallic acid/100 g and of chuño from 185.84 ± 12.01 mg of gallic acid/100 g; yana tarmeña ranged from 123.15 ± 11.02 mg gallic acid/100 g and from chuño from 185.84 ± 12.01 mg gallic acid/100 g; ajo suytu ranged from 91.65 ± 8.07 mg gallic acid/100 g and from chuño from 185.84 ± 12.01 mg gallic acid/100 g. The anthocyanin content of puka dусis 323.35 ± 12.12 mg of cyanidin-3-glucoside / 100 g and in the chuño of 323.35 ± 12.12 mg of cyanidin-3-glucoside / 100 g; yana tarmeña 131.25 ± 3.91 mg of cyanidin-3-glucoside / 100 g and in the chuño of 323.35 ± 12.12 mg of cyanidin-3-glucoside / 100 g; ajo suytu 8.51 ± 1.45 mg of cyanidin-3-glucoside / 100 g and in the chuño of 323.35 ± 12.12 mg of cyanidin-3-glucoside / 100 g. The three varieties of native potatoes presented bioactive compounds than chuño, except in anthocyanin content. The products conserved and concentrated their bioactive compounds with respect to their raw materials. Based on the findings of this work, native potato and chuño could be considered potentially beneficial foods for human health, and further research on these ancestral products is recommended.

Keywords: antioxidant capacity; bioactive compounds; polyphenols; anthocyanin; chuño.

Introducción

Perú está considerado como centro de alta producción de las papas nativas, lo que enfatiza la importancia de este cultivo para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural, así como su valor como alimento en la lucha contra el hambre y la pobreza (Rosero Alpala *et al.*, 2020). Huancavelica está situada en el corazón de los Andes peruanos, es conocido el departamento más pobre del Perú. No obstante, alberga un tesoro que pasa desapercibido: la papa nativa y cientos de variedades. Este tubérculo presenta diferentes colores de pulpa, entre los más populares son los rojos, morados o marrones y otras aun no identificadas (Gil-Rivero *et al.*, 2019). En la actualidad la papa nativa es un principal fuente alimentaria para la población andina y junto a su conocimiento de los antepasados (Remón Gamboa & Peña Rojas, 2018)

El tubérculo andino se conoce como alimento nutraceuticos tienen la facultad de nutrir y a la vez ayudar a prevenir algunas enfermedades, por ello existe una tendencia a valorar y fomentar el consumo de estos alimentos, lo que puede conducir a una alta calidad de vida y una larga vida, es probable al consumo de alimentos naturales de valor nutraceuticos tales como: “papa nativa”, “oca”, “mashua”, entre otros productos que favorecen una mayor longevidad (Gil-Rivero *et al.*, 2019)

El chuño es un producto alimenticio tradicional alto andino en Bolivia y Perú, fuentes importantes de calcio, hierro, carbohidratos, cenizas, ácido gálico y antioxidantes, la elaboración del chuño es una actividad ancestral que se realiza sobre los 3800m s.n.m., a temperaturas bajo cero (hasta -12 °C), en época de invierno (de mayo a julio), humedad relativa (menos de 40%); estas condiciones favorecen el congelado y el secado natural de la papas para transformarse en chuño, prolongando su vida útil del producto (Yabar-Villanueva *et al.*, 2023)

Este trabajo de investigación aborda la determinación de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en tres variedades de papas nativas (*Solanum ssp*) en estado

fresco y procesado en chuño, estos compuestos bioactivos y un futuro prometedor a estos productos ancestrales andinos.

Metodología

Se realizó búsquedas en bases de datos internacionales pertinentes como: Science direct, Taylor & Francis, Wiley, PubMed y Scielo, así como a nivel nacional y local en Alicia, para realizar una revisión sistemática de los artículos científicos fueron sobre la variedad de papa nativa y del chuño se emplearon como descriptores. La mayoría de los materiales evaluados fueron trabajos de investigación originales, tesis, libros y videos. Los trabajos que se han dirigido al estudio de propiedades bioactivos de la papa nativa y del chuño.

Papa nativa

La papa nativa (*Solanum sp*), es un tubérculo domesticado en la región andina a altitudes entre 3500 y 4500 msnm; representa una de las contribuciones más importantes de la región andina al mundo entero, por ser uno de los cultivos alimenticios más consumidos y apreciados, y porque de esa manera colaboramos con el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de toda la Humanidad. (Moscoso Moscoso, 2014). La papa se cultiva en los andes desde hace más de 7000 años. Según investigaciones confirmadas recientemente, el origen de la papa, especie *Solanum tuberosum*, se centra en la parte norte del lago Titicaca, sur del Perú (Remón Gamboa & Peña Rojas, 2018). La forma del tubérculo y meristemas apicales y su color de superficie son diferentes colores. Existen más de 3500 ecotipos de papas nativas.

Variedades de papas cultivadas en Perú

Las variedades de papas nativas se producen en cantidades en cada región y se clasifica en dos grupos, nativas y mejoradas. A continuación, se describe:

a. Variedad: Es una colección de plantas con rasgos similares entre sí

b. Cultivar: Es una colección de plantas con rasgos iguales entre sí. Constituyen parte de una variedad.

c. Clon: Conjunto de plantas que se reprodujeron vegetativamente (asexualmente), ya sea como la planta madre o como un subconjunto de ella

d. Híbrido: Progenie producida sexualmente de padres genéticamente desiguales.

Variedades nativas

Hay más de 4000 variedades de papas nativas que en su mayoría se encuentran en los Andes teniendo diferentes colores, tamaños y formas. Algunas variedades nativas se siembran individualmente para comercialización por ser de muy buena calidad culinaria (harinosos). Se siembran en la sierra especialmente en las comunidades campesinas localizadas a partir de los 3000 msnm. (de Comunidades Campesinas, 2006)

Principales características de las papas nativas

- Tolerancia a plagas y enfermedades.
- Periodo vegetativo desde cortos a largos (4 a 7 meses).
- Alto contenido de materia seca (28 a 35%).
- Buen contenido de proteínas (2 a 5%)
- Diversos colores y pigmentaciones en la pulpa del tubérculo.
- Buena capacidad de almacenamiento.
- Forma de tubérculos variados.
- Color de la epidermis de los tubérculos muy diversos.
- Adaptadas a las condiciones alto andinas.
- Algunas variedades contienen propiedades antioxidantes (pigmentos y antocianinas).
- Tienen un alto contenido de vitaminas y minerales.
- Presentan mayor demanda cada vez, porque son excelentes para la preparación de diversos tipos de alimentos (Urquiza Carhuas, 2017).

Antioxidante

Antioxidante es considerado como una sustancia que tiene la capacidad de disminuir significativamente o inhibir la oxidación del sustrato, incluso en concentraciones más bajas que el sustrato oxidable (Becerra et al. 2011), es así que el antioxidante al colisionar con el radical libre (RL) le cede un electrón oxidándose a su vez y transformándose en un RL débil no tóxico (Avello & Suwalsky, 2006) Las papas nativas además de ser ricas en nutrientes, presentan antioxidantes naturales (carotenoides, flavonoides y antocianinas), los mismos que cumplen un papel fundamental en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Manach et al., 2004).

Compuestos bioactivos

Los alimentos, particularmente las frutas y verduras, están coloreados naturalmente principalmente por cuatro grupos de pigmentos: las clorofilas verdes, los carotenoides amarillo-naranja-rojo, las antocianinas rojo-azul-púrpura y la betanina roja. Estos pigmentos también se incorporan a los productos alimenticios por adición directa o indirectamente a través de la alimentación de los animales. Aunque los estudios recientes han sido estimulados y dominados por su importancia en la salud humana, las investigaciones anteriores fueron motivadas por el color que imparten (Rodríguez-Amaya, 2016).

Compuestos orgánicos que tienen una actividad biológica en el organismo, sus componentes tienen una gran afinidad con sus moléculas, por lo que son altamente aprovechadas por nuestras células, los organismos y los sistemas. Así las frutas son consideradas como fuente importante de macro y micronutrientes, también poseen compuestos con propiedades bioactivas que proveen beneficios adicionales a la salud protegiendo al cuerpo humano contra diferentes dolencias crónicas como la obesidad, diabetes mellitus, dislipidemias, cánceres entre otros (Medeiros 2013).

Algunos de los métodos más utilizados, por su simplicidad y reproducibilidad, son FRAP (Poder antioxidante reductor del hierro, por sus

siglas en inglés), DPPH (depleción del óxido 2,2- difenil-1-picrilhydrazil) y ABTS (depleción del 2, 2'-Azinobis-3- etil- benzotiazolina-6-ácido sulfónico) (Aseervatham et al., 2012)

Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas, de estructura diversa y con una amplia distribución filogenética (Ramos Zavala, 2013). Los compuestos fenólicos pueden clasificarse en diferentes grupos en función del número de anillos de fenol que contienen y en función de los elementos estructurales que unen estos anillos entre sí. De este modo, se hacen distinciones entre los ácidos fenólicos (p. Ej., Ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos), estilbenos, ligninas (no flavonoides) y flavonoides (Manach et al., 2004). Los flavonoides se subdividen en varios grupos, tales como: flavonoides, antocianinas, flavonoles, flavonas. Los compuestos fenólicos ofrecen no solo propiedades sensoriales importantes, ya que son responsables del color, el sabor y el sabor en muchas plantas, sino también porque pueden desempeñar un papel clave en la prevención de diversas enfermedades asociadas con el estrés oxidativo (Campos et al., 2018)

Antocianinas

Se ha informado que las formas bioactivas fenólicas in vivo no son necesariamente las que ocurren en los alimentos, sino más bien conjugados o metabolitos que surgen de ellos en el cuerpo humano (Fernandes *et al.*, 2015). Las antocianinas como el cianidin-3-glucósido y la pelargonidin-3-glucósido podrían absorberse en su forma intacta en la pared gastrointestinal, experimentar un metabolismo extenso de primer paso y entrar en la circulación sistémica como metabolitos (Fang, 2014).

Chuño

El chuño es un alimento que tiene un color blanco y una superficie áspera con hendiduras (Figura 4) que se obtiene de papas nativas amargas, las cuales pasan por un proceso de deshidratación a través de la congelación, incluso con

un lavado en el río por sumergimiento y un secado por exposición al sol. Pero este proceso tradicional es realizado por agricultores que están en el altiplano (Guidi et al., 2002) ; Norma Técnica Peruana (Peruana, 2007)

Figura 1

Chuño



Fuente: (Guidi *et al.*, 2002)

La producción de chuño es principalmente en el departamento de Puno con un 70 % de producción nacional, pero existe otros departamentos en las cuales está distribuido el 30 % restante, estos son Apurímac con un 2 %, Junín 8%, Huancavelica 2 %, Ancash 3 % y Cuzco 15 % (Blanco, 2018). Además, la tunta se produce a altitudes de más de 4000 msnm durante el invierno al exponer, al tubérculo a temperaturas heladas, radiación solar y al agua que fluye del río. Este proceso produce un alimento básico, deshidratado y altamente nutritivo (Peñarrieta et al., 2011).

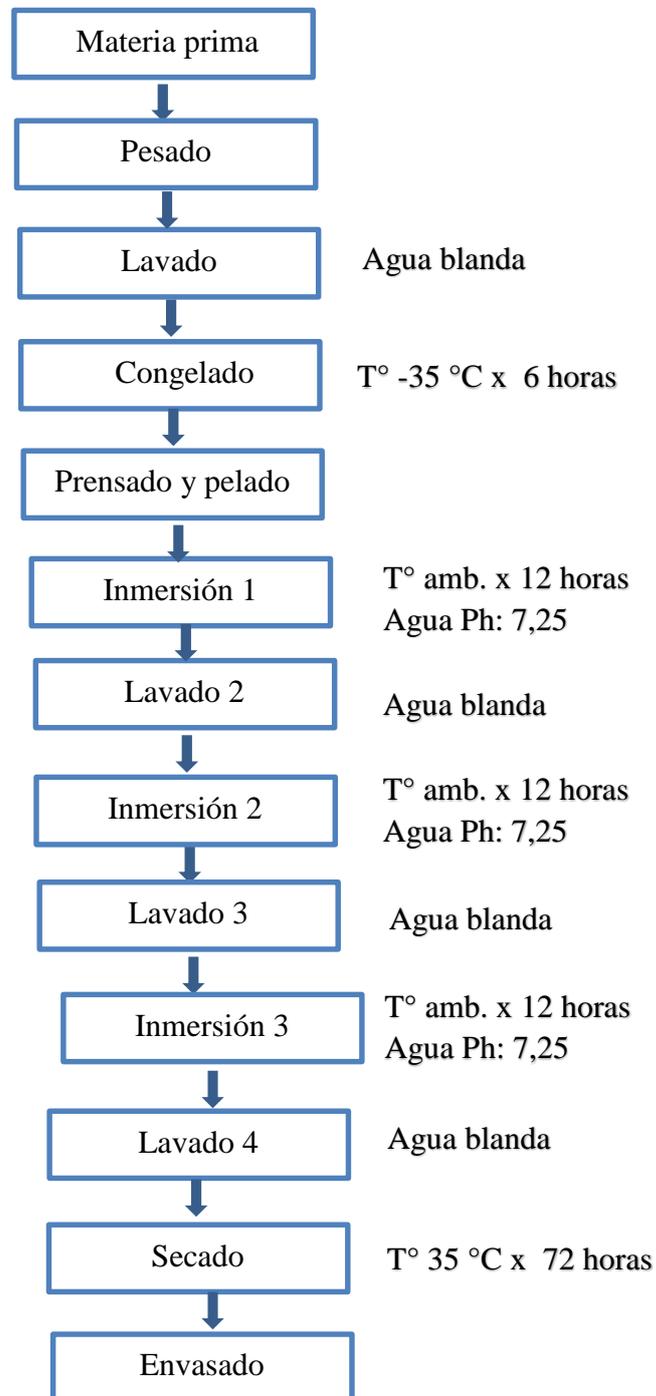
Proceso de ancestral de chuño

El chuño y la moraya se producido en Perú, las regiones altoandinas por encima de los 3800 metros sobre el nivel del mar, teniendo Puno una de las tasas de producción nacional más altas (80%), así como las provincias de Lampa, Chucuito, Collao, Carabaya, Azángaro y Junín, que tienen condiciones ideales (clima frío, geografía plana y abundante suministro de agua) para producir estos productos nacionales (Huicho Espinoza & Suazo Peña, 2021)

Proceso de elaboración de chuño

Figura 2

Diagrama de flujo de elaboración de chuño



Fuente: Adaptado (Yabar-Villanueva et al., 2023)

RECEPCIÓN: Se recibió tres variedades de papa nativa: puka ducis, yana tarmeña y ajo suytu, en estado maduro.

SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN: Para la selección se separan los que presentan deterioro físico e impurezas y para clasificación se clasificó de acuerdo al tamaño.

PESADO: Se pesó la papa nativa con fines de determinar el rendimiento al final del proceso.

LAVADO: Se realizó con agua blanda y en forma manual y cuidadosamente a fin de no haber presencia de impurezas.

CONGELADO: Se realizó a T° -30°C por 6 horas con liofilizador

DESCONGELADO: Se realizó en recipientes metálicos con agua de pH 7.25 y temperatura ambiente durante 2 horas.

PRENSADO Y PELADO: Se realizó de manera manual hasta generar fisuras y pelado la cascara a fin de eliminar los glicoalcaloides de la papa.

INMERSIÓN 1: Se llevó a cabo en recipientes metálicos con agua de pH 7.25 por 12 horas a temperatura ambiente.

LAVADO 1: Se realizó con agua blanda un primer lavado a fin de eliminar componentes amargos de la papa nativa impregnada en su superficie.

INMERSIÓN 2: Se llevó a cabo en recipientes metálicos con agua de pH 7.25 por 12 horas a temperatura ambiente.

LAVADO 2: Se realizó con agua blanda un segundo lavado a fin de eliminar componentes amargos de la papa nativa impregnada en su superficie.

INMERSIÓN 3: Se llevó a cabo en recipientes metálicos con agua de pH 7.25 por 12 horas a temperatura ambiente.

LAVADO 3 Y 4: Se realizó con agua blanda un tercer y cuarto lavado a fin de eliminar componentes amargos de la papa impregnada en su superficie.

SECADO: Se realizó en cama de secado a 35°C por 72 horas, obteniendo la humedad 14, 2%.

ENVASADO: Se envasó en bolsa polipropileno para el envío de la muestra para el análisis en el laboratorio.

Propiedades nutricionales del chuño

Siendo un alimento con aporte de hierro y calcio, así con aporte energético, que protege las paredes del estómago, lo que ayuda a prevenir la gastritis y las úlceras, y numerosos expertos señalan que las personas que consumen chuño o moraya con regularidad minimizan la posibilidad de desarrollar hipercolesterolemia (Cardenas Herrera, 2018)

Tabla 1

Composición del chuño a comparación de papas

	Chuño	Moraya	Potatoes
wáter (% [fresh weight])	14-20	13-18,1	68-84%
proteins (% [dry matter])	0,6-4,5	1,3-3,2	7-14 d.g.h 79-87
Carbohydrates (% [dry matter])	92-95	94-96	d.g.h 0,4-1,5
Lipids (% [dry matter])	0,2-1,5	0,2	d.g.h
Ash (% [dry matter])	2,0-3	0,5	2-5,8
Antioxidants (μ mol TE/100 g dry matter)	150-180	nd	100-470
Gallic acid (mg/100 g dry matter)	60	nd	110

Fuente: (Cardenas Herrera, 2018)

Resultado y discusiones

Caracterización de compuestos bioactivos de papas nativas. Los resultados obtenidos son discutidos en este apartado en orden de presentación de resultados, primero discutiremos sobre la papa nativa fresca y luego procesado en chuño.

Capacidad antioxidante de las variedades de papas nativas

Se evaluó la capacidad antioxidante hidrofílica a las tres variedades de papas nativas: puka dusion, yana tarmeña y ajo suytu, se realizó un análisis en estado fresco y procesado en chuño. Los resultados del contenido fueron reportados como μ M Trolox equivalente/g.m en estado fresco como en estado chuño. La capacidad antioxidante de dichos cultivares expresan en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2*Contenido de capacidad antioxidante de papas nativas*

PAPA NATIVA	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (μM de Trolox equivalente/ g.m en estado fresco)	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (μM de Trolox equivalente/ g.m en chuño)
Puka Dosis	$132,32 \pm 9,86$	$83,06 \pm 7,27$
Yana Tarmaña	$97,47 \pm 9,17$	$63,02 \pm 3,04$
Ajo Suytu	$48,45 \pm 5,10$	$31,96 \pm 2,07$

De los resultados obtenidos podemos indicar que los contenidos de capacidad de antioxidante de las variedades de papas nativas expresados en estado fresco encontraron entre $48,45 \pm 5,10 \mu\text{M}$ a $132,32 \pm 9,86 \mu\text{M}$ de Trolox equivalente/100g.m. La variedad de papa nativa Puka dosis de pulpa morada es la que presento mayor contenido de capacidad antioxidante con $132,32 \pm 9,86 \mu\text{M}$ de Trolox equivalente/100g.m.

El contenido de capacidad antioxidante del chuño, procesado bajo condiciones controladas en comparación a su materia prima, tiende a reducir como efecto del proceso de elaboración, ello contrasta con el resultado en cultivos de papas nativas bolivianas y el chuño (Yabar-Villanueva et al., 2023)

Tabla 3*Prueba t-student de la capacidad antioxidante de papas nativas y del chuño*

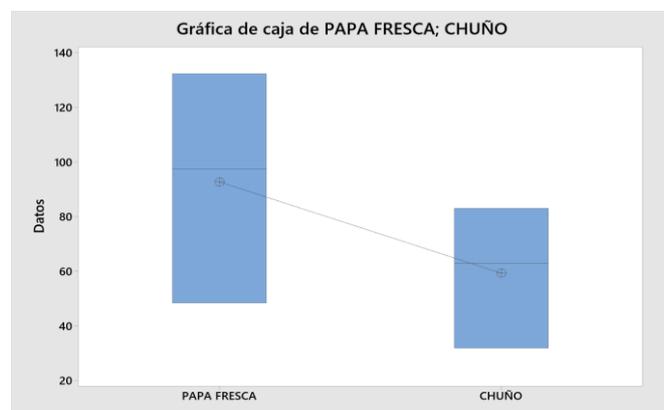
Papa nativa	Valor t	Valor p
Puka Dosis	6,96	0,002*
Yana Tarmaña	6,18	0,003*
Ajo Suytu	5,19	0,007*

* Significativo a $\alpha=0.05$

En la Tabla 3 se puede observar que, la capacidad antioxidante de las tres variedades de papas nativas frescas fue significativamente diferente a la capacidad antioxidante de los chuños obtenidos de estas.

Figura 3

Capacidad antioxidante en estado fresco y chuño



Polifenoles totales de papas nativas

El contenido de polifenoles totales en los cultivares de las tres variedades de papas nativas: puka dusion, yana tarmeña y ajo suytu, se realizó un análisis en estado fresco y procesado en chuño. Los resultados expresados en mg de ácido gálico/ 100 g. muestra en base seca y húmeda se observan en la Tabla 21.

Tabla 4

Contenido de polifenoles totales de papas nativas

PAPA NATIVA	CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES (mg de ác. gálico/100 g.m. en estado fresco)	CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES (mg de ác. gálico/100 g.m. en chuño)
Puka Dusion	185,33 ± 12,05	113,72 ± 8,96
Yana Tarmeña	122,56 ± 11,06	98,01 ± 7,01
Ajo Suytu	90,93 ± 8,15	63,02 ± 3,04

De los resultados logrados podemos indicar que el contenido de polifenoles totales de dichas variedades de papas nativas expresados en estado fresco encontró entre 185,33 ± 12,05 mg a 90,93 ± 8,15 mg de ácido gálico/100 g. La variedad de papa nativa Puka dusion de pulpa morada es la que presento

mayor contenido de compuestos fenólicos con $185,33 \pm 12,05$ mg de ácido gálico/100 g.

En la indagación con doce papas originarias chilenas que proceden de las islas de Chile y Valdivia se evaluó el contenido de polifenoles totales por el procedimiento de Folin- Ciocalteu en papas con cáscara y sin cáscara, observándose existente una alteración en las muestras de papas peladas y sin pelar. Los polifenoles totales en papas sin pelar oscilaron entre 191 y 1864 miligramos por 100 gramos de base seca (BS), con ambos límites entre 345 y 2852 miligramos por 100 gramos en muestras sin pelar (Ah-Hen et al., 2012), esto indica una alta concentración de polifenoles, lo que concuerda con la observación de (Yabar-Villanueva et al., 2023) , las papas con pulpa roja y morada contienen más fenoles de las papas con pulpa blanca.

Tabla 5

Prueba t-student del contenido de polifenoles totales

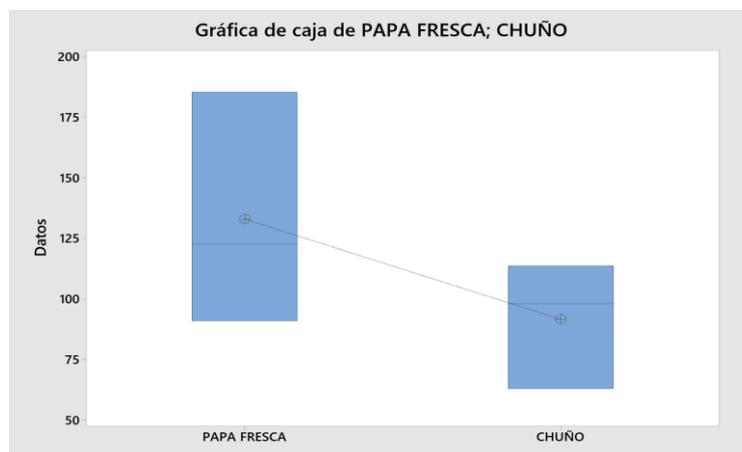
Papa nativa	Valor t	Valor p
Puka Dusis	8,26	0,001*
Yana Tarmeña	3,25	0,031*
Ajo Suytu	5,56	0,005*

* Significativo a $\alpha=0.05$

En la Tabla 23 se puede observar que, el contenido de polifenoles totales de las tres variedades de papas nativas frescas fue significativamente diferente al contenido de polifenoles totales de los chuños obtenidos de estas.

Figura 4

Contenido de polifenoles totales en estado fresco y chuño



Antocianinas totales de papas nativas

Analizamos el contenido de antocianinas en las variedades de papas nativas: puka dusis, yana tarmeña y ajo suytu. Los datos del contenido promedio, se expresó como mg cianidina 3- glucósido/100 g.m se observan en la tabla (22), los resultados expresados en estado fresco y procesado en chuño.

Tabla 6

Contenido de antocianina totales de papas nativas

PAPA NATIVA	CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES (mg de cianidina-3-glucósido/100 g.m. en estado fresco)	CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES (mg de cianidina-3-glucósido/100 g.m. en chuño)
Puka Dusis	322,78 ± 12,14	231,74 ± 5,11
Yana Tarmeña	131,88 ± 3,91	82,01 ± 5,83
Ajo Suytu	8,55 ± 1,43	2,08 ± 0,51

Las antocianinas monoméricas en las variedades evaluados, representados en estado fresco y procesado en chuño se encontraron entre 8,55 ± 1,43 mg a 322,78 ± 12,14 mg de cianidina-3-glucosido/100 g de muestra fresca. La papa nativa Puka dusis de pulpa morada es la que presento mayor contenido de antocianinas con 322,78 ± 12,14 de cianidina-3-glucosido/100 g.m en estado fresco.

(Locoz & Karime, 2008), se evaluaron los contenidos de antocianinas monoméricas de 2 variedades de papas nativas de Chiloé de pulpa morada: Michuñe negro y Bruja, obtuvieron los resultados de 0,18 y 0,99 mg de 3-glucósido de cianidina /100 g (bs), que el ácido ascórbico inhibe la oxidación de las moléculas de antocianina convirtiéndolas en radicales estables, aunque estos radicales no representan un riesgo de oxidación, sí reducen la concentración total de antocianinas y su fuerza antioxidante contra los radicales peligrosos.

De manera similar, el tubérculo yana siri, cuya cáscara y pulpa de color púrpura indican la presencia de antocianinas y pigmentos, presentó un mayor contenido de antocianinas, (Yabar-Villanueva et al., 2023), ello se confirma con datos en los genotipos de papa de pulpa morada, donde los niveles de antocianina se registraron como 11 a 174 mg de cianidina 3-glucósido/100 g b. h. (Huicho Espinoza & Suazo Peña, 2021)). Es conocido que los carotenoides y las antocianinas proporcionan un gran valor farmacéutico porque incluyen antioxidantes y capacidades antitumorales para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares (Gallo Chipana, 2022), así mismo menciona que la papa con pulpa morada presenta propiedades carotenoides y las antocianinas proveen un gran valor farmacéutico porque incluyen antioxidantes y capacidades antitumoral y previene las enfermedades cardiovasculares.

Una de las mayores fuentes de antioxidantes, se dice que la mora azul (*blueberries*) tiene una concentración antocianinas totales que oscila entre 138 y 385 miligramo cianidina 3- glucósido/100 gramo (b.h.) según (Fernández & Lizana, 2020)

La capacidad antioxidante ABTS exhibida por la cjava fue de 2564.7 ± 125.6 μmol Trolox equiv. /100 g y en su materia prima, la oca, se observó en $13,2 \pm 0,81$ μmol TE/g materia seca (Chirinos et al., 2013). En caso del chullcce la capacidad antioxidante fue de 2026.3 ± 102.8 μmol Trolox equiv. /100 g, y en su materia prima, el olluco fue de $0,38$ μmol TE/g (Peñarrieta et al., 2005). Ambos mostraron la misma tendencia que en el contenido de compuestos fenólicos totales, por lo que se puede afirmar que, su capacidad antioxidante radica en estos compuestos.

Tabla 7

Prueba t-student del contenido de antocianinas totales de papas nativas

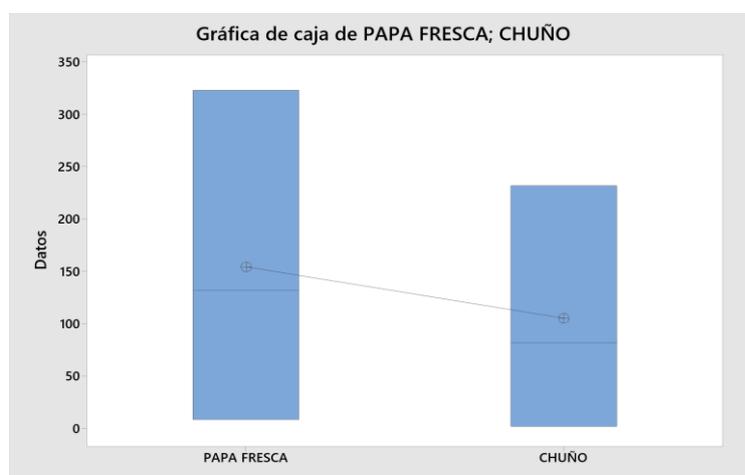
Papa nativa	Valor t	Valor p
Puka Dosis	24,00	0,000*
Yana Tarmaña	12,30	0,000*
Ajo Suytu	7,38	0,002*

* Significativo a $\alpha=0.05$

En la Tabla 7 se puede observar que, el contenido de antocianinas totales de las tres variedades de papas nativas frescas fue significativamente diferente al contenido de antocianinas totales de los chuños obtenidos de estas.

Figura 5

Contenido de antocianinas totales en estado fresco y chuño



Conclusiones

La actividad antioxidante determinado por el método DPPH de la papa nativa puka dosis en estado fresco fue $132,32 \pm 9,86$ μmol Trolox equiv. /100 g; y del chuño fue $83,06 \pm 7,27$ μmol Trolox equiv. /100 g; yana tarmaña en estado fresco fue $97,47 \pm 9,17$ μmol Trolox equiv. /100 g y del chuño fue $63,02 \pm 3,04$ μmol Trolox equiv. /100 g, ajo suytu en estado fresco fue $48,45 \pm 5,10$ μmol Trolox equiv. /100 g y del chuño fue de $31,96 \pm 2,07$ μmol Trolox equiv. /100 g,

la variedad de papa nativa puka dusis en estado fresco tiene mayor capacidad antioxidante.

El contenido de polifenoles totales determinado por el método (FC), de la papa nativa puka dusis en estado fresco fue de $185,33 \pm 12,05$ mg de ác. gálico/100 g.m y del chuño fue $113,72 \pm 8,96$ mg de ác. gálico/100 g; yana tarmeña en estado fresco fue $122,56 \pm 11,06$ mg de ác. gálico/100 g y del chuño fue $98,01 \pm 7,01$ mg de ác. gálico/100 g; ajo suytu en estado fresco fue $90,93 \pm 8,15$ mg de ác. gálico/100 g y del chuño fue de $63,02 \pm 3,04$ mg de ác. gálico/100 g, la variedad de papa nativa puka dusis en estado fresco tiene mayor contenido de polifenoles totales.

El contenido de antocianinas totales determinado por el método, Espectrometría de la papa nativa puka dusis en estado fresco fue de $322,78 \pm 12,14$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g y del chuño fue $231,74 \pm 5,11$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g; yana tarmeña en estado fresco fue $131,88 \pm 3,91$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g y del chuño fue $82,01 \pm 5,83$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g; ajo suytu en estado fresco fue $8,55 \pm 1,43$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g y del chuño fue de $2,08 \pm 0,51$ mg de cianidina-3-glucosido/100 g, la variedad de papa nativa puka dusis en estado fresco tiene mayor contenido de antocianina totales.

Del estudio realizado el contenido de compuestos bioactivos de tres cultivares de papas nativas (*Solanum tuberosum* subespecie andigena) en estado fresco y procesado en chuño, las condiciones de extracción de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y antocianina totales para el chuño fue temperatura de congelación de -30°C x 6 horas, con un secado para el chuño 35°C x 72 horas.

Referencias bibliográficas

- Ah-Hen, K., Fuenzalida, C., Hess, S., Contreras, A., Vega-Gálvez, A., & Lemus-Mondaca, R. (2012). Antioxidant capacity and total phenolic compounds of twelve selected potato landrace clones grown in southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(1), 3–9.
- Alayo Anticona, D. E. (2017). *Estudio comparativo de la actividad antioxidante de los frutos de Prunus serotina y el Vaccinium corymbosum*.
- Aseervatham, S., Sasikumar, J., & Kumar, D. (2012). Studies on in vitro free radical scavenging activity of Bixa orellana L. bark extract. *Int J Pharm Pharm Sci*, 4(2), 719–726.
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)*, 494, 161–172.
- Balladares, V., & Ramos, M. (2018). Evaluación de antocianinas y micronutrientes en papa nativa (*Solanum andigena*). *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 26(1), 7–16.
- Barragan Condori, M., & Aro Aro, J. M. (2017). Determinacion del efecto de procesos de coccion en papas nativas pigmentadas (*Solanum tuberosum* spp. andigena) sobre sus compuestos bioactivos. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(1), 47–52.
- Benavides-Guerrero, R., Revelo-Cuarán, Y. A., Arango-Bedoya, O., & Osorio-Mora, O. (2020). Extracción asistida con ultrasonido de compuestos fenólicos de dos variedades de papas (*Solanum phureja*) nativas andinas y evaluación de su actividad antioxidante. *Información Tecnológica*, 31(5), 43–50.
- Blanco, L. F. L. (2018). Proyección de la producción de papa en Puno. Una aplicación de la metodología de Box-Jenkins. *Semestre Económico*, 7(1), 7–24.
- Bunge, M. (1973). *La Ciencia, su Método y su Filosofía*.
- Campos, D., Chirinos, R., Ranilla, L. G., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive

potential of Andean fruits, seeds, and tubers. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 84, pp. 287–343). Elsevier.

Cardenas Herrera, L. (2018). *Niveles de glicoalcaloides durante la elaboración del chuño negro a partir de la papa amarga Solanum juzepczukii y Solanum curtilobum.*

Carvalho, C. N. M., Borges, M. V. O., Medeiros, J. F. P., Barbosa, T. T., Sanchez, D. S., Dantas, P. M. S., & Lemos, T. (n.d.). *CONSUMO ALIMENTICIO DE MUJERES ACTIVAS E INATIVAS FÍSICAMENTE DURANTE LA POST-MENOPAUSIA ALIMENTARY CONSUMPTION OF WOMEN ACTIVE AND PHYSICALLY INACTIVE IN POSTMENOPAUSAL.*

Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206–212.

Cueva Mogrovejo, P. R. (2018). *Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de lupino (Lupinus mutabilis Sweet) para la elaboración de pan.* Quito: UCE.

de Comunidades Campesinas, F. D. (2006). *Catalogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Peru.*

Diaz Maldonado, A. G. (2019). *Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la mashua morada Tropaeolum tuberosum.*

Fang, J. (2014). Bioavailability of anthocyanins. *Drug Metab Rev*, 46(4), 508–520. <https://doi.org/10.3109/03602532.2014.978080>

Fernandes, I., Faria, A., de Freitas, V., Calhau, C., & Mateus, N. (2015). Multiple-approach studies to assess anthocyanin bioavailability. In *Phytochemistry Reviews* (Vol. 14, Issue 6, pp. 899–919). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11101-015-9415-3>

Fernández, R., & Lizana, X. C. (2020). Antocianinas en Solanum tuberosum: Una revisión. *Agro Sur*, 48(2), 1–8.

- 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.
- Gallo Chipana, C. (2022). *Evaluación de la actividad antioxidante de dos variedades de papa nativa (Solanum tuberosum); yawar wayku, puma maki*.
- Gil-Rivero, A. E., López-Medina, E., Mostacero-León, J., & Anthony, J. (2019). Papas nativas con potencial antioxidante, cultivadas en el norte del Perú. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 18(3), 289–324.
- Goicochea, R. C. C., Carolim, M., & Teodoro, J. (2021). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *Puriq*, 2(3).
- Guidi, A., Esprella, R., Aguilera, J., & Devaux, A. (2002). Análisis prospectivo de la cadena agroalimentaria del chuño y la tunta en el altiplano central de Bolivia. *Coloquio Sobre Los SYALs: Sistemas Agroalimentarios Localizados*, 17.
- Guzmán Loayza, D. R. (2021). *Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el procesado del Zumo de Huito (Genipa americana L.)*.
- Huertas Flores, E. E. (2022). *Efecto de la liofilización en el secado, características físicas y rehidratación de la pulpa de tres morfotipos de aguaje (Mauritia flexuosa Lf)*.
- Huicho Espinoza, W. R., & Suazo Peña, A. S. (2021). *Valorización nutricional y funcional e innovación tecnológica en la elaboración de chuño y moraya*.
- Lazarte, C. E., Carlsson, N. G., Almgren, A., Sandberg, A. S., & Granfeldt, Y. (2015). Phytate, zinc, iron and calcium content of common Bolivian food, and implications for mineral bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.015>
- Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodríguez, J. P., Ramos, A.,

- Alandia, G., Sørensen, M., & Jacobsen, S.-E. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, *51*, 86–93.
- Locoz, M., & Karime, D. (2008). *POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE PAPAS Y HARINA NATIVAS DE CHILOE*.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *79*(5), 727–747.
- Mellor, J. D., & Bell, G. A. (2003). Freeze-Drying: The Basic Process. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/00519-8>
- Mogrovejo Sanchez, D., & Isique Turpo, J. C. (2021). *Obtención y determinación de compuestos bioactivos (compuestos fenolicos, antocianinas y polifenoles) de papas nativas pigmentadas de la región Altoandina del Perú*.
- Moscoso Moscoso, E. (2014). *Determinación de la capacidad antioxidante y compuesto bioactivos de cinco clones de papa nativa (solanum tuberosum) y del puré deshidratado*.
- Ore Areche, F., Muñoz Ccencho, R. V., Ruiz Rodríguez, A., & Corilla Flores, D. D. (2022). Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente. *Alfa Revista de Investigación En Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, *6*(18), 545–556.
- Peñarrieta, J. M., Salluca, T., Tejeda, L., Alvarado, J. A., & Bergenståhl, B. (2011). Changes in phenolic antioxidants during chuño production (traditional Andean freeze and sun-dried potato). *Journal of Food Composition and Analysis*, *24*(4–5), 580–587.
- PERUANA, N. T. (2007). *Tecnología de la información NTP-ISO/IEC 17799*. Lima, Lima, Perú. Recuperado el.

- Quispe Mamani, N. (2009). *Desarrollo de un producto alimenticio por mezclas de harinas de chuño y trigo para el Ayllu Majasaya Mujlli, Provincia Tapacari*. Universidad Mayor de San Simón.
- Ramos Zavala, M. S. (2013). *Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en dos variedades de papas nativas (solanum tuberosum) pigmentadas con diferentes tipos de cocción*.
- Remón Gamboa, Y. K., & Peña Rojas, G. (2018). Diversidad genética de papas nativas (*Solanum spp.*) del distrito de Vilcashuamán, Ayacucho-Perú, mediante AFLP. *Revista Peruana de Biología*, 25(3), 259–266.
- Rosero Alpala, M. G., Tapie, W. A., & Rosero Alpala, D. A. (2020). Diversidad fenotípica de papas nativas en las comunidades indígenas de la etnia de los Pastos (Nariño, Colombia): Agricultura ecológica para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. *Revista Peruana de Biología*, 27(4), 509–516.
- Urquiza Carhuas, O. G. (2017). *Evaluación de las características físicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa (Solnaum Tuberosum) precocida*.
- Yabar-Villanueva, E., Espinoza, W. R. H., Peña, A. S., Rojas-Zacarías, E., & Alvarez-Tolentino, D. (2023). Biocomponentes y capacidad antioxidante de papas nativas como chuño y tunta bajo diferentes condiciones de temperatura de congelación. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1).