

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

TESIS



“Evaluación del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de (*Oxalis tuberosa*) ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:
Bach. Mauricio TAIPE QUISPE
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCAVELICA, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por la Ley 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS



En la Ciudad Acobamba, a los 14 días del mes de diciembre, a horas 11:00 am, del año 2022, se reunieron los miembros del Jurador Evaluador, designado con **Resolución N° 204-2022-D-FCA-UNH**, con fecha de 26 de setiembre del 2022 conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : *Mtra. AGUIRRE HUAYHUA, Lisete Lourdes*
<https://orcid.org/0000-0003-2450-5153>
DNI N°: 44620517

SECRETARIO : *Mtra. TAIPE LUCAS, Carmen*
<https://orcid.org/0000-0003-1538-2753>
DNI N°: 43899175

VOCAL : *Dr. CHUQUILÍN GOICOCHEA, Roberto Carlos*
<https://orcid.org/0000-0002-5233-8666>
DNI N°: 42154955

Con la finalidad de llevar a cabo el acto académico de sustentación de tesis virtual, cuyo enlace: <https://meet.google.com/dnq-cpim-nfs>, titulado "Evaluación del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de (*Oxalis tuberosa*) ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento", aprobada mediante **Resolución N° 319-2022-D-FCA-UNH**; donde fija la hora y fecha para el mencionado acto.

Sustentante:

Bach. TAIPE QUISPE, Mauricio
DNI N°: 71374135

Asesor:

Dr. CHUQUILÍN GOICOCHEA, Roberto Carlos
<https://orcid.org/0000-0002-5233-8666>
DNI N°: 42154955

Luego de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los miembros del jurado, se procede a la deliberación con el resultado:

APROBADO DESAPROBADO POR: MAYORÍA

Para constancia se expide la presente Acta, en la ciudad de Acobamba a los 14 días del mes de diciembre del 2022.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

Título

“Evaluación del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de (*Oxalis tuberosa*) ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento”

Autor

Bach. Mauricio TAIPE QUISPE

Asesor

Dr. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA

DNI N°: 42154955

Agradecimiento

A la Universidad Nacional de Huancavelica, a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a ella mi gratitud por todo el conocimiento y las experiencias adquiridas a través de sus docentes, Asimismo, doy las gracias a mis padres Juan Taipe Sotacuro y María Quispe Gavilán por su apoyo incondicional. También, a mis hermanos por ser mi fuente de inspiración para conseguir mis metas.

Mauricio.

Tabla de contenido

Título.....	ii
Autor	iv
Asesor.....	v
Agradecimiento.....	vi
Tabla de contenido	vii
Tabla de contenido de Tablas.....	ix
Tabla de contenido de Figuras	ix
Resumen.....	x
Abstract	xi
Introducción	xii
CAPÍTULO I.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción del problema	13
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos	13
1.4. Justificación	14
CAPÍTULO II	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Bases teóricas.....	20
2.3. Hipótesis	24
2.4. Operacionalización de variables	24
CAPÍTULO III.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Ámbito temporal y espacial	25
3.2. Tipo de Investigación.....	25
3.3. Nivel de Investigación	25
3.4. Población, muestra y muestreo	25
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5.1. Métodos de Investigación.....	26

3.5.2. Diseño de Investigación	26
CAPÍTULO IV	29
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	29
Conclusiones	36
Recomendaciones.....	37
Referencias bibliográficas.....	38
Apéndice	42

Tabla de contenido de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	24
Tabla 2. Plan de desarrollo de la evaluación	26
Tabla 3. Procedimiento de recolección de datos	28
Tabla 4. Condiciones durante el almacenamiento.....	29
Tabla 5. Análisis de varianza de polifenoles durante el almacenamiento.....	31
Tabla 6. Polifenoles totales durante almacenamiento	32
Tabla 7. Análisis de varianza de capacidad antioxidante durante almacenamiento ..	33
Tabla 8. Capacidad antioxidante durante almacenamiento.....	34

Tabla de contenido de Figuras

Figura 1. Estructura de un fenol.....	22
Figura 2. Diagrama de flujo para la determinación de contenidos de polifenoles y capacidad antioxidante	27
Figura 3. Comportamiento de la humedad relativa durante el almacenamiento	30
Figura 4. Comportamiento de la temperatura durante el almacenamiento	30
Figura 5. Comportamiento del contenido de polifenoles totales en oca morada almacenada.....	33
Figura 6. Comportamiento de la capacidad antioxidante en oca morada almacenada	34

Resumen

Se evaluó el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento. Se obtuvo la materia prima del centro poblado de Chuñunapampa, en Yauli, Huancavelica. El contenido de polifenoles totales se determinó con el método Folin – Ciocalteau y la capacidad antioxidante usando el radical DPPH+. El trabajo se realizó durante 45 días y cada 15 días se determinaron los valores en estudio. La temperatura de almacenamiento fue de 5,6 a 9,4 °C, y la humedad relativa fue de 75,5 a 85,5 %. Se encontró que el contenido en polifenoles varió de 1464,23 a 2087,70 mg equiv. Ác. gálico/g y la capacidad antioxidante de 888,29 a 1236,08 µg equiv. Trolox/g. Durante el almacenamiento de 45 días el contenido en polifenoles totales cayó en 20,0 % y la capacidad antioxidante bajó en 13,65%, pero no se observó una tendencia definida de estos cambios en la oca.

Palabras clave: fenoles totales, actividad antioxidante, cinética, vida útil.

Abstract

The content of total polyphenols and antioxidant capacity of *Oxalis tuberosa* ecotype purple during storage time were evaluated. The raw material was obtained from the town of Chuñunapampa, in Yauli, Huancavelica. The total polyphenol content was determined with the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant capacity using the DPPH⁺ radical. The work was carried out for 45 days and every 15 days the values under study were determined. Storage temperature was 5.6 to 9.4°C, and relative humidity was 75.5 to 85.5%. It was found that the polyphenol content varied from 1464.23 to 2087.70 mg equiv. Ac. gallic/g and the antioxidant capacity from 888.29 to 1236.08 µg equiv. Trolox/g. During storage for 45 days, the total polyphenol content fell by 20.0% and the antioxidant capacity fell by 13.65%, but no definite trend of these changes was observed in the oca.

Keywords: total phenols, antioxidant activity, kinetics, shelf life.

Introducción

La naturaleza siempre ha sido benéfica para la humanidad al ofrecer alimentos con bondades naturales. Los componentes en los alimentos que tienen de gran importancia en estos tiempos son los antioxidantes, los cuales son un grupo de vitaminas, minerales, colorantes naturales, que bloquean el efecto perjudicial de los radicales libres. El Perú es considerado uno de los 10 países megadiversos del mundo, y la región de Huancavelica cuenta con una amplia diversidad genética en cuanto a tubérculos andinos se refiere, lo que no es debidamente explotado, en especial la oca morada. La oca morada (*Oxalis tuberosa*) es uno de los tubérculos de gran tendencia nacional por sus propiedades nutricionales y funcionales, en cuanto a su desconocimiento de contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante durante el tiempo de almacenamiento. El presente trabajo de investigación pretende dar un nuevo impulso al cultivo de la oca, evaluar en cuanto a su contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de oca morada durante el tiempo almacenamiento, lo que implicaría conocer sus componentes para dar impulso en mejoras sociales y económicas a las comunidades y productoras andinas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La pérdida de la calidad nutricional durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos se ha convertido en un problema importante; Desde el descubrimiento de las vitaminas básicas y sus formas, se han realizado esfuerzos para optimizar sus nutrientes durante la manipulación postcosecha, el procesamiento comercial, la distribución, el almacenamiento y la preparación.

En el Perú y específicamente en Huancavelica, aún hay un desconocimiento de las propiedades nutricionales de muchos alimentos andinos, entre ellos los tubérculos. La oca es uno de los tubérculos que más se consume en los andes peruanos.

La presente investigación se realizará con tubérculo típico de la región con el propósito de difundir y evaluar la oca ya que es un producto natural que posee compuestos funcionales favorables para el consumidor y recomendar a los consumidores el estado en el que debería de consumir, para acceder a sus beneficios nutricionales.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el contenido de polifenoles totales de *Oxalis tuberosa* ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento.

- Determinar la capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento.

1.4. Justificación

La revaloración de las costumbres ancestrales de almacenamiento del tubérculo es o poco conocido fuera de su región de origen, beneficiaría enormemente a las poblaciones rurales del interior del Perú, una de las poblaciones más pobres de América Latina. Por ello es importante conocer del contenido presente de polifenoles y capacidad antioxidante de (*Oxalis tuberosa*) ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento de post cosecha en centro poblado de Chuñunapampa del distrito de Yauli provincia Huancavelica, para poder ver la variación en cuanto a su composición.

La ejecución de esta tesis permitió evaluar el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de la oca morada durante tiempo de almacenamiento para revalorar las costumbres ancestrales de post cosecha, lo cual permitirá una alternativa de solución de las necesidades de oportunidad social y comunitaria por parte de la sociedad y la agricultura. ya que presenta un potencial económico con fines agroindustriales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se han encontrado investigaciones del entorno internacional, nacional y local, las mismas que a continuación se mencionan.

Monar (2014) realizó la caracterización física la variedad Lluçú oqa presentó valores superiores en peso, diámetro longitudinal y diámetro ecuatorial comparados con la variedad Bola kamusa, estas diferencias podrían deberse al ciclo de cultivo o variedad. No se observaron cambios significativos para ángulo de tono en las dos variedades después del secado, mientras que después de la cocción el Hue para la variedad Lluçú oqa disminuyó la capacidad antioxidante en 5.08 y 6.16 $\mu\text{mol Trolox/g}$ y en variedad de Bola kamusa nom se encontró una diferencia entre los estados seco y cocción , a diferencia de la variedad Lluçú oqa que después de la cocción disminuye de 2,71 a 2,89 $\mu\text{mol Trolox/g}$ tejido base seca y cocido se evidencia una disminución de capacidad antioxidantes con respecto a las oca frescas después de la aplicación de los tratamientos, esto en relación al estado fresco.

Pérez (2019) determinó la capacidad antioxidante en estado de desarrollo de madurez del fruto, utilizando la tecnología de secado convectivo por aire caliente de tipo bandeja. Al evaluar diferentes cultivares de oca observaron que, entre los cultivares de color morada fueron sometido a superficie de respuesta esto permitió evaluar el diseño estadístico factorial con dos factores $2k + 2 + 3$ fueron los únicos que presentaron superficie de respuesta entre antocianinas y capacidad antioxidante.

Taipe (2018) evaluó durante el almacenamiento por 3 meses controlando la humedad relativa de 87,5% y una temperatura promedio de 17 °C la pérdida de peso se dio en 24 % desarrolló más en los 61 a 90 días donde se perdió un 18,06 %. El descenso de las antocianinas a los 90 días es de 80,08 % con mayor concentración en los primeros 30 días, los polifenoles después de 30 días de

almacenamiento incremento su concentración en un 59,84 % al cabo de los 90 días los polifenoles reducen hasta en 75,83 % de lo que pudo concentrarse en el primer mes. La capacidad antioxidante se degrada durante los 60 primeros días de almacenamiento hasta un 29,85 %, los 30 últimos días se apreció un incremento en la capacidad de antioxidante con respecto al evaluado a los 60 días de almacenamiento con incremento fue de 24,73 %.

Linares & Vicente (2018) determinó el contenido de polifenoles totales a actividad antiinflamatoria y antioxidante del extracto hidroalcohólico de las variedades morada y roja de la especie *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón “mashua”. El contenido de polifenoles totales en mashua roja fue de 843,60 mg EAG/100 g de muestra fresca en comparación a la mashua morada que presentó 450,23 mg EAG/100 g de muestra fresca de mashua. La actividad antioxidante *in vitro* en la mashua morada tuvo un IC50 de 106,57 $\mu\text{g/mL}$ y 147,31 $\mu\text{g/mL}$ por los métodos de DPPH y ABTS•+ respectivamente, mientras que la mashua roja, presentó un IC50 de 67,37 $\mu\text{g/mL}$ y un IC50 de 86,156 $\mu\text{g/mL}$ por los métodos de DPPH y ABTS•+ respectivamente. La actividad antiinflamatoria *in vivo* se determinó mediante el método de edema subplantar inducida por λ -carragenina. Entre las 2 y 6 horas se evidenció diferencias significativas ($p < 0,05$, ANOVA y Dunnett) de la actividad antiinflamatoria entre los grupos. La variedad roja a las 6 horas presentó mejor actividad antiinflamatoria (40,81%) a la concentración de 200 mg/kg.

Chirinos *et al.* (2007) determinaron fenoles totales, antocianinas, flavan 3-oles, carotenoides y capacidad antioxidante de tubérculos de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) de 10 cultivares amarillos y morados en diferentes estados de madurez (5-7.5 meses después de la siembra) y asoleamiento postcosecha. períodos de almacenamiento (7-35 días). Las variedades moradas alcanzaron la mayor capacidad antioxidante durante el desarrollo del tubérculo (271-446 $\mu\text{mol Trolox equiv g}^{-1}$ MS, ensayo ORAC). La cinética de acumulación o desaparición de los compuestos bioactivos ensayados durante la maduración fue dependiente tanto del cultivar como del compuesto considerado.

Para las antocianinas, hubo un marcado aumento durante la maduración en todos los cultivares morados. Durante el almacenamiento postcosecha asoleado, los cambios en la capacidad antioxidante (ensayo ABTS) y el contenido de los compuestos bioactivos probados también variaron entre cultivares. Se observó una marcada disminución de antocianinas para los cultivares que contenían antocianinas.

Külen *et al.* (2013) evaluaron el contenido fenólico total, la actividad antioxidante y el contenido de ácido ascórbico en doce clones de papa de especialidad cultivados en Colorado en la cosecha y después de 2, 4, 6 y 7 meses de almacenamiento en frío a 4 °C. Los clones de patata se clasificaron como pigmentados ('CO97226-2R/R', 'CO99364-3R/R', 'CO97215-2P/P', 'CO97216-3P/P', 'CO97227-2P/P', 'CO97222- 1R/R', 'Purple Majesty', 'Mountain Rose' y 'All Blue'), amarillas ('Yukon Gold') y blancas de pulpa ('Russet Nugget', 'Russet Burbank'). Los genotipos de papa pigmentada tuvieron un contenido fenólico total y actividad antioxidante significativamente más altos en todos los puntos de datos que los cultivares de pulpa amarilla y blanca. El contenido de vitamina C fue mayor en 'Yukon Gold' que en los otros clones. El nivel más alto de vitamina C en todos los clones fue en la cosecha y después de 2 meses de almacenamiento en frío. El contenido de vitamina C en todos los clones de papa se redujo rápidamente con intervalos más largos de almacenamiento en frío. Aunque el contenido fenólico total y la actividad antioxidante fluctuaron durante el almacenamiento en frío, después de 7 meses de almacenamiento en frío sus niveles fueron ligeramente más altos que en la cosecha. El contenido fenólico total se correlacionó mejor con la capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TEAC)/ABTS•+ que con el ensayo de captación de radicales TEAC/DPPH•. Los clones de papa pigmentada tenían un contenido fenólico total y una actividad antioxidante significativamente más altos, mientras que el cultivar de papa de pulpa amarilla 'Yukon Gold' tenía un contenido de vitamina C significativamente más alto. El contenido de vitamina C disminuyó en todos los clones de papa durante el almacenamiento en frío, mientras que los compuestos fenólicos totales aumentaron en los clones pigmentados.

La papa es uno de los cultivos de mayor influencia a nivel mundial, siendo Colombia el exportador más importante de papa “Criolla” o diploide. La Universidad Nacional de Colombia ha desarrollado variedades de papas diploides nuevas con alto poder antioxidante y pulpa coloreada: Primavera, Paola, Violeta, Milagros y Paysandú. Gallón Bedoya *et al.* (2019) caracterizaron y evaluaron la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas de la papa cruda cv. Primavera durante el almacenamiento a 4 °C. Utilizaron papa variedad Primavera cultivada en Santa Elena, Antioquia, durante la temporada mayo-agosto 2016. Las muestras se almacenaron en bolsas a una temperatura constante de 4 °C y se evaluaron durante 0, 7, 14, 21 y 30 d. Se realizó regresión polinomial para cada variable vs tiempo. En general, las propiedades de la papa variedad Primavera no mostraron una tendencia definida; de lo contrario, fluctuaban; esto puede estar asociado a diversos factores como la producción primaria y la interacción de fenómenos fisicoquímicos de la materia con su entorno. La papa presentó un contenido importante de compuestos antioxidantes en comparación con otras variedades (ABTS: 2,89→2,94 mg Trolox g⁻¹; DPPH: 2,33→1,48 mg Trolox g⁻¹; compuestos fenólicos: 6,09→6,27 mg ácido gálico equivalente g⁻¹). La papa criolla cv. Primavera posee importantes propiedades antioxidantes que podrían conferirle un potencial agroindustrial a corto y mediano plazo.

El control de la brotación de los tubérculos y el comportamiento de los compuestos bioactivos durante el almacenamiento poscosecha es de importancia para las comunidades andinas que cultivan estos tubérculos. Gonzales-Torre *et al.* (2020) evaluó el efecto del Clorprofam (CIPC) en tubérculos de mashua morada durante el almacenamiento poscosecha. Se utilizaron tubérculos de mashua morada del distrito de Paucará, provincia de Acobamba (Perú), los cuales fueron colectados al azar y colocados en cajas de cartón cubiertas con plástico. Posteriormente se aplicaron las concentraciones de 10, 20 y 30 mg·kg⁻¹ de CIPC, más un tratamiento testigo sin aplicación. Las mediciones incluyeron la longitud de brote, porcentaje de pérdida de peso, contenido de antocianinas, contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante a los 0, 30, 60 y 90 días de almacenamiento. Se encontró que la aplicación de CIPC y el tiempo de

almacenamiento afectaron el crecimiento de los brotes y el contenido de compuestos bioactivos en los tubérculos. El CIPC no inhibió la formación de brotes, pero provocó una reducción en la longitud de estos y una disminución en el porcentaje de pérdida de peso de los tubérculos, efecto que fue mayor con las dosis más altas del producto.

La batata es susceptible al daño por frío durante el almacenamiento a baja temperatura. Para explorar la correlación entre el daño por frío y el metabolismo de las especies reactivas de oxígeno (ROS), Wang *et al.* (2019) analizó el contenido de ROS y las actividades y la expresión génica de las enzimas antioxidantes en el cultivar tolerante al almacenamiento típico Xushu 32 y el cultivar sensible al almacenamiento Yanshu 25. RESULTADOS: Las actividades de las enzimas antioxidantes, incluidas el ascorbato peroxidasa (APX), el superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT) y el glutatión reductasa (GR), aumentaron rápidamente en el período inicial de almacenamiento en respuesta al estrés por frío. A partir de entonces, el contenido de metabolitos de ROS aumentó constantemente debido a la disminución gradual de las enzimas depuradoras de ROS. El cultivar tolerante al almacenamiento Xushu 32 tuvo actividades enzimáticas antioxidantes y expresiones génicas más altas, así como un contenido más alto de metabolitos antioxidantes y un contenido más bajo de metabolitos de ROS en comparación con el cultivar sensible al almacenamiento Yanshu 25, lo que sugiere que la capacidad de eliminación de ROS por enzimas antioxidantes y antioxidantes es mayor. altamente asociado con la tolerancia de la batata al estrés por frío. Estos resultados indicaron que el sistema antioxidante se activa en la raíz reservante de la batata y la capacidad antioxidante se asocia positivamente con un mejor desempeño en almacenamiento en el cultivar tolerante al almacenamiento.

Wichrowska (2021) evaluaron el efecto interactivo del uso de biofertilizante y materia orgánica traída al suelo, así como limitar el uso de fertilización mineral sobre el contenido de compuestos bioactivos en tubérculos de papa cultivar 'Satina'. Los resultados de las pruebas muestran un efecto positivo del

biofertilizante aplicado en todas las variantes probadas de fertilización orgánica (paja, guisantes forrajeros, estiércol) en el nivel de los compuestos probados. El tiempo de almacenamiento aumentó el contenido de tirosina, leucina, lisina, alanina, ácido glutámico y AA total, así como metionina, ácido aspártico y asparagina, mientras que disminuyó el contenido de isoleucina y fenilalanina. El contenido más alto de polifenoles totales se encontró en los tubérculos donde las parcelas se cubrieron con la aplicación de arveja, una dosis completa de fertilizante mineral y el uso de biofertilizante. Desafortunadamente, después de 6 meses de almacenamiento, los tubérculos de patata de parcelas fertilizadas con guisantes, especialmente aquellos fertilizados con la mitad de la dosis de fertilización mineral y sin el uso de biofertilizante, perdieron significativamente la mayor parte de los polifenoles totales. Se obtuvieron relaciones similares para el nivel de ácido clorogénico en los tubérculos, que está significativamente correlacionado con el contenido de polifenoles, pero solo la fertilización orgánica en forma de guisantes incrementó significativamente la concentración de ácido clorogénico. Por otro lado, la mayor actividad antioxidante postcosecha fue característica de los tubérculos provenientes de parcelas fertilizadas con estiércol, con plena dosis de fertilización mineral y biofertilizante. Durante el almacenamiento de 6 meses, hubo una disminución en la capacidad antioxidante, en promedio 12,4% para los objetos. Esto puede indicar la influencia de los compuestos polifenólicos y otros antioxidantes en el rasgo evaluado.

2.2. Bases teóricas

El Oca morada (*Oxalis tuberosa*)

La oca morada (*Oxalis tuberosa*) es una planta nativa de los Andes que es una de las culturas más antiguas de esta región, que se remonta a casi 8.000 años. Los restos de sus tubérculos comestibles se han encontrado en tumbas a lo largo de la costa, lejos de sus lugares de cultivo originales.

En los Andes altos, solo el cultivo de papa es más importante que el cultivo de oca. El sabor agradable y los diferentes colores brillantes son muy atractivos para aumentar la producción a gran escala para la exportación.

La oca crece principalmente en los Andes, de 2.800 a .000 metros sobre el nivel del mar, pero su cultivo se ha extendido a otros países como Nueva Zelanda, que se ha convertido en un importante exportador de la planta en el mercado europeo. oca se reproduce por tubérculos y tallos, pero no por semillas. Su cultivo es muy parecido al de la patata. En condiciones normales da un rendimiento de 5 t/ha, en condiciones mejoradas da un rendimiento de 7 toneladas/ha y experimentalmente ha alcanzado las 0 t / ha (Baldeón, 2013).

A) Taxonomía y morfologías de la oca morada

Baldeón (2013) la oca se clasifica de la siguiente manera:

Nombre botánico : *Oxalis tuberosa*

Familia : oxalidaceae

Nombres comunes:

Quechua : oca, okka, witi, wallata-wiktionnaire

Aymara : apiña, apiri, wajaña

Español : oca (mafua, mauja, maxua).

Perú : oca, añu, anyu

Colombia : cubios, navios, navo

Bolivia : isaño, isañu, apilla

Inglés : oca, anu.

Almacenamiento de la oca

La práctica actual de almacenar de manera tradicional en Ecuador en la oca oscila a temperaturas de 10 ° C tiene como objetivo preservar del aspecto físico de los tubérculos controlando el brote, la descomposición y la pérdida en peso. Sin embargo, el almacenamiento a baja temperatura no solamente es costoso, también hace los tubérculos desarrollen azúcares reductores, proceso conocido como endulzamiento inducido frío y por lo tanto se vuelvan inadecuados para procesar (Silva, 2017).

Polifenoles totales

Los compuestos fenólicos o polifenoles son sustancias orgánicas ampliamente distribuidas en el reino vegetal. Se localizan en todas las partes de las plantas y

su concentración es variable a lo largo del ciclo vegetativo. Estos compuestos participan de diversas funciones, tales como la asimilación de nutrientes, la síntesis proteica, la actividad enzimática, la fotosíntesis, la formación de componentes estructurales, la alelopatía y la defensa ante los factores adversos del ambiente (Nazario et al. 2018).

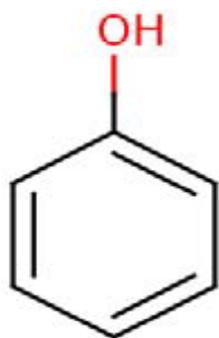
Los fenoles están asociados al color, las características sensoriales (sabor, astringencia y dureza), las características nutritivas y las propiedades antioxidantes de los alimentos de origen vegetal. La característica antioxidante de los fenoles se debe a la reactividad del grupo fenol (Villanueva-Tiburcio et al. 2010).

Estructura de compuestos fenólicos

El término fenoles comprende aproximadamente 8000 compuestos que aparecen en la naturaleza. Todos ellos poseen una estructura común: un anillo fenol-un anillo aromático que lleva al menos un sustituyente hidroxilo (Aguilera-Ortiz et al. 2011).

Figura 1

Estructura de un fenol



Fuente: Aguilera-Ortiz *et al.* (2011)

Capacidad antioxidante

Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres, liberando electrones en nuestra sangre que son captados por los radicales libres, estabilizándolos (Chávez & Ordeñez, 2013).

Son antioxidantes la Vitamina C, la Vitamina E, Los Flavonoides y los carotenoides. Además, están el Zinc, el Selenio, Cobre y el Magnesio que se

encuentran presentes en moluscos, carnes, cereales, frutas, legumbres, pescado, entre otros alimentos. Los antioxidantes no solo se producen dentro de la célula, sino que también pueden ser ingeridos en la alimentación. La cantidad de antioxidantes que es capaz de producir la célula depende de la edad del individuo, de la calidad de alimentos que consume, de las características genéticas del mismo y de otros factores tales como el estrés. Los organismos que consumen y producen niveles de antioxidantes superiores a los normales disfrutan de mejor salud, se enferman menos y en ellos se retrasa considerablemente el envejecimiento (Nazario et al. 2018).

Cuando el cuerpo enferma o envejece se produce un gasto fuerte de antioxidantes por lo que es necesario procurar que la dieta sea lo más rica posible en los mismos. Los antioxidantes más conocidos son la vitamina C, el betacaroteno, la vitamina E y el selenio pero existen muchos más con poder antioxidante muy superior a los anteriores como el extracto de semilla de uva, el ácido alfa lipoico, los bioflavonoides, la curcumina y el coenzima Q10. Se ha demostrado en trabajos científicos que consumir dichos antioxidantes en dosis superiores a las que aparecen normalmente en los alimentos y a las consideradas convencionalmente como mínimas, reduce considerablemente la incidencia de las citadas enfermedades degenerativas, se aceleran los procesos de curación del organismo y se reducen de forma importante los efectos secundarios de tratamientos agresivos como los corticoides, los antibióticos, los antiinflamatorios no esteroideos, la quimioterapia, la radioterapia (Villanueva-Tiburcio et al. 2010).

Actividad antioxidante

Una especie reactiva de oxígeno (EROs) es cualquier átomo o molécula con electrones desapareados y, por lo tanto, es una especie inestable. Entre estos podemos mencionar a los radicales [ión superóxido (O_2^-), radical hidróxilo (OH), alcoxilo (RO), peróxilo (ROO) y óxido de nitrógeno (NO)] y a los no radicales [peróxido de hidrógeno (H_2O_2), oxígeno singulete (O_2) y peroxinitrito (ONOO-)] Estas especies pueden ser generadas de forma endógena (metabolismo de la respiración, células fagocitarias, autoxidación de compuestos de carbono y la

activación catalítica de algunas enzimas) y exógena (radiación, luz solar, tabaco, ozono, drogas, contaminantes y aditivos en alimentos) (Villanueva-Tiburcio et al. 2010).

En contraparte, un antioxidante es una sustancia que, en bajas cantidades, actúa previniendo o retardando la oxidación de materiales fácilmente oxidable como las grasas. Entonces, la actividad antioxidante es la capacidad que tiene una sustancia antioxidante para disminuir la presencia de las especies reactivas de oxígeno antes de su ataque a diversos sustratos (lípidos, proteínas, ADN). Esto es de suma importancia debido a que las especies reactivas de oxígeno producen diversas acciones sobre el metabolismo que pueden ser el origen del daño celular ya que actúan (Nazario et al. 2018).

2.3. Hipótesis

De acuerdo con lo anteriormente planteado, se puede proponer la siguiente hipótesis:

H₀: No existen diferencias significativas del tiempo de almacenamiento en el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la oca morada.

H₁: Existen diferencias significativas del tiempo de almacenamiento en el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la oca morada.

2.4. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Instrumento
Variable independiente		
Tiempo de almacenamiento	Días	Cronómetro
Temperatura	°C	Termómetro
Variable dependiente		
Polifenoles totales	mg Ac. gálico. g ⁻¹	Espectrofotómetro
Capacidad antioxidante	mEquiv. Trolox.mL ⁻¹	Espectrofotómetro

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito temporal y espacial**

La Oca morada (*Oxalis tuberosa*) se obtuvo del centro poblado de Chuñunapampa del distrito Yauli de la provincia de Huancavelica de la región Huancavelica. La evaluación del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de tubérculo se realizó en el laboratorio de Control de Calidad de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Ubicación política:

Departamento : Huancavelica
Provincia : Huancavelica
Distrito : Yauli
Centro poblado : Chuñunapampa

Ubicación geográfica

Latitud : 12° 77' 12''S
Longitud : 74° 85' 14''O
Altitud : 3 385 msnm

3.2. **Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es aplicada (Hernández - Sampieri & Gonzáles Mares, 2018).

3.3. **Nivel de Investigación**

El nivel de investigación es experimental (Hernández - Sampieri & Gonzáles Mares, 2018).

3.4. **Población, muestra y muestreo**

3.4.1. Población

La población fue la producción total de oca morada procedente del Centro Poblado de Chuñunapampa del distrito de Yauli – Huancavelica.

3.4.2. Muestra

La muestra utilizada en el presente estudio fue de 24 kg y se distribuyó en 2 kg de oca morada para cada evaluación en diferentes tiempos.

3.4.3. Muestreo

Se realizó al azar, el pesado de oca morada, con la finalidad de evaluar los análisis respectivos.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Métodos de Investigación

El método general utilizado en la investigación es el método hipotético – deductivo (Hernández - Sampieri & Gonzáles Mares, 2018).

3.5.2. Diseño de Investigación

Se utilizó el diseño experimental (Hernández - Sampieri & Gonzáles Mares, 2018).

3.5.3. Procedimientos de recolección de datos

Tabla 2

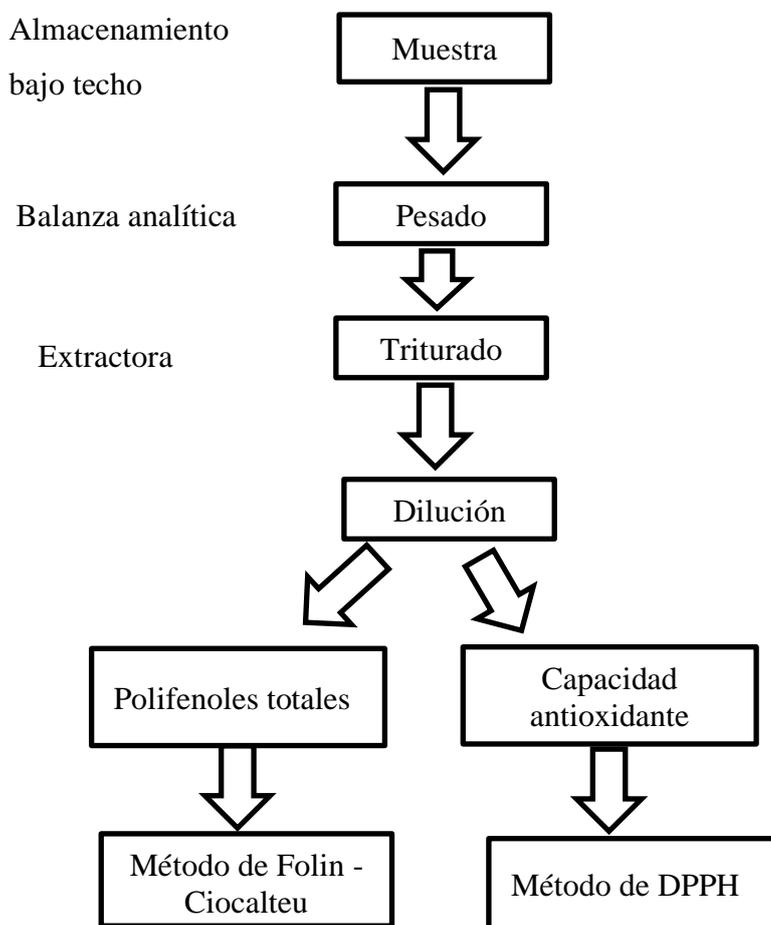
Plan de desarrollo de la evaluación

Tiempo (días)	Polifenoles totales	Capacidad antioxidante
0	R ₁₁	R ₁₁
	R ₁₂	R ₁₂
	R ₁₃	R ₁₃
15	R ₂₁	R ₂₁
	R ₂₂	R ₂₂
	R ₂₃	R ₂₃
30	R ₃₁	R ₃₁
	R ₃₂	R ₃₂
	R ₃₃	R ₃₃
45	R ₄₁	R ₄₁
	R ₄₂	R ₄₂
	R ₄₃	R ₄₃

3.5.4. Determinación de contenidos de polifenoles y capacidad antioxidante

Figura 2

Diagrama de flujo para la determinación de contenidos de polifenoles y capacidad antioxidante



El procedimiento para recoger los datos, según los indicadores correspondientes, será de la siguiente manera:

La recepción de la muestra del almacenamiento bajo techo

Consiste que la muestra que es la oca esté en un ambiente oscuro y sin ninguna ventilación, estos son acopiados en una esquina del cuarto pegados hacia la pared sobre una cama de paja (ichu) y por encima, se cubre con paja (ichu). Es la principal forma de almacenamiento ancestral en la mayoría del C.P. de Chuñunapampa – Yauli, por ello se optó como para revalorar las costumbres ancestrales.

Pesado

En esta operación se realizó el pesado de la muestra con la balanza analítica de la oca morada para llevar a la siguiente operación

Triturado

Este proceso consistió en reducir el tamaño de las partículas de las muestras con la molienda, con el mortero.

Dilución

Es el procedimiento que se sigue para preparar una disolución con diferentes concentraciones para cada disolución para la determinación de compuestos bioactivos.

Tabla 3

Procedimiento de recolección de datos

Procedimiento	Recolección de datos
Evaluación del contenido de polifenoles totales durante el almacenamiento	Resultado de laboratorio
Determinación de la capacidad antioxidante durante el almacenamiento	Resultado de laboratorio

3.5.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento de los datos se hizo mediante estadística descriptiva e inferencial, utilizando MS Excel (2016). Se utilizó análisis de varianza para un diseño completo al azar, y la prueba de Tukey para las comparaciones múltiples, en los casos que fue significativo.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Datos de almacenamiento de oca morada

Las condiciones de almacenamiento de la oca morada son importantes pues pueden explicar el comportamiento del contenido de polifenoles totales y de la capacidad antioxidante. La Tabla 4 muestra que durante los 45 días de almacenamiento las condiciones fueron variantes e inclusive fueron significativamente diferentes. En cuanto a la humedad relativa se observa que los primeros 15 días fue similar (80 °C), pero cambio los siguiente 30 días haciéndose menor con respecto a los primeros días (75.5 °C) (Figura 4). En cuanto a las temperaturas IN (dentro) y OUT (fuera) del anaquel fueron diferentes cada 15 días de evaluación (Figura 5).

Tabla 4

Condiciones durante el almacenamiento

Datos	0 días	15 días	30 días	45 días
Humedad relativa (%)	80 ± 0.0^a	80.5 ± 0.5^a	75.5 ± 0.5^b	75.5 ± 0.5^b
Temperatura IN (°C)	9.4 ± 0.5^a	6.5 ± 0.5^b	5.6 ± 0.1^b	7.6 ± 0.1^c
Temperatura OUT (°C)	10.4 ± 0.4^a	8.3 ± 0.1^b	7.1 ± 0.1^c	8.5 ± 0.1^b
Hora	8:00 a. m.	8:00 a. m.	8:00 a. m.	8:00 a. m.
Cantidad de muestra (g)	526	528	530	521

^{a, b, c} Letras diferentes indican diferencias significativas

Figura 3

Comportamiento de la humedad relativa durante el almacenamiento

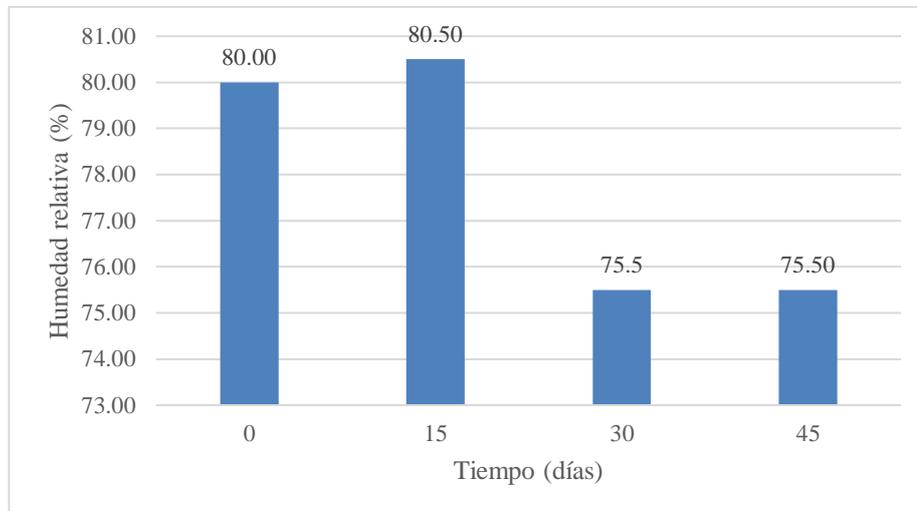
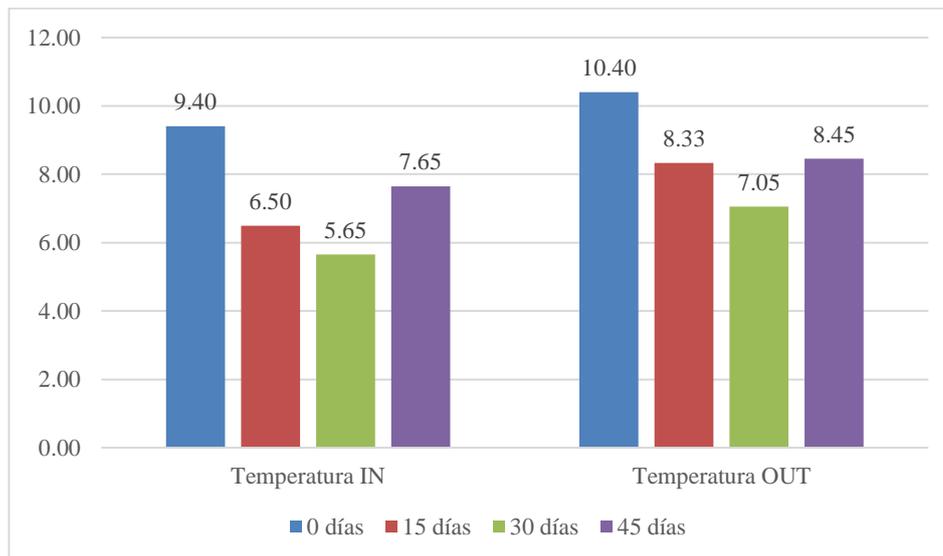


Figura 4

Comportamiento de la temperatura durante el almacenamiento



La oca ecotipo morada es un tubérculo rico en fitoquímicos naturales, como los compuestos fenólicos, las antocianinas y las vitaminas, se han relacionado con la actividad antimicrobiana, anti mutagénica y antioxidante (Bazzano *et al.*, 2003). Como todo producto vegetal, en especial como tubérculo, es importante conocer las condiciones de almacenamiento para mantener su calidad hasta su consumo, por ejemplo, en el caso del tubérculo más comercial como es la papa, los requisitos para almacenarla son 90 – 95 % de humedad relativa (HR), buena ventilación y temperatura

óptima: 4 – 5 °C para tubérculos para semilla, 6 – 10 °C para uso en el mercado fresco y 10 – 15 °C para procesamiento de tubérculos (Külen *et al.*, 2013); esta investigación sobre la oca, coincide en el almacenamiento para uso en el mercado fresco puesto que se almacenó durante 45 días a un rango de temperatura de 5.6 a 9.4 °C.

En general, la actividad antioxidante depende del genotipo, las condiciones del campo, la composición del suelo, la etapa de crecimiento, el manejo y las condiciones de almacenamiento posteriores a la cosecha (Andre *et al.*, 2007).

Contenido de polifenoles totales durante el tiempo de almacenamiento

La Tabla 5 indica el resultado de análisis de varianza del contenido de polifenoles totales durante el tiempo de almacenamiento, observándose que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), es decir que hubo efecto del tiempo de almacenamiento en el contenido de polifenoles totales de la oca morada.

Tabla 5

Análisis de varianza de polifenoles durante el almacenamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p
Tiempo	3	665421	221807	2937	0.00*
Error	8	60426	7553		
Total	11	725847			

*Significativo a 0.05

Un estudio reveló que, dos genotipos de oca de diferentes colores poseían compuestos fenólicos y su contribución a la capacidad antioxidante de la misma. La fracción acuosa reveló la presencia de derivados de los ácidos cafeico, vainílico y cinámico, flavan-3-oles y derivados de las flavonas, como principales compuestos fenólicos no antocianicos para ambos genotipos (Chirinos *et al.*, 2009). El contenido en polifenoles depende del genotipo, las condiciones del campo, la composición del suelo, la etapa de crecimiento, el manejo y las condiciones de almacenamiento posteriores a la cosecha (Flores *et al.*, 2003). Esto explica que, el análisis de varianza haya sido

significativo (Tabla 5), pues las condiciones de almacenamiento fueron cambiantes (Tabla 4) y esto influyó en la variación del contenido de polifenoles totales.

Tabla 6

Polifenoles totales durante almacenamiento

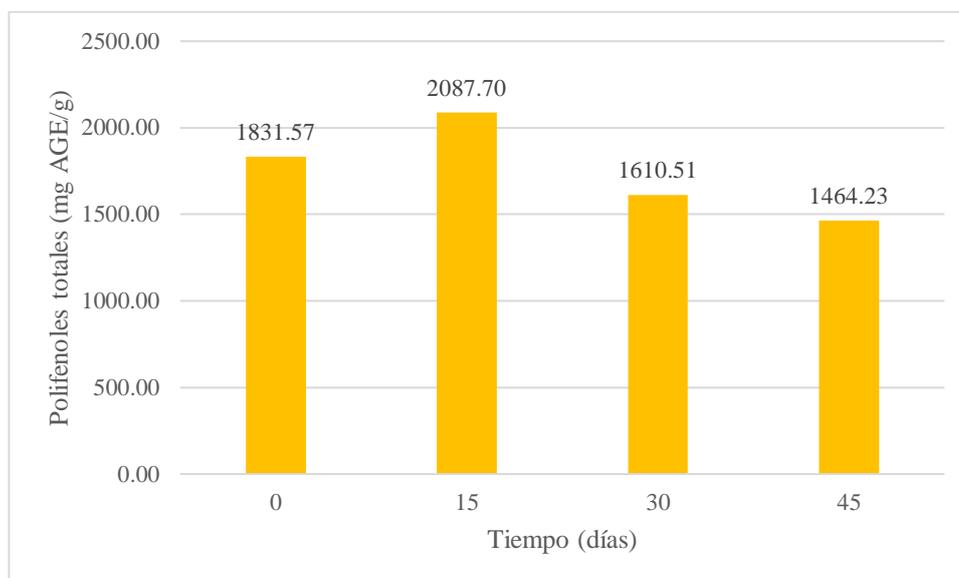
Tiempo (días)	Polifenoles totales (mg AGE/g)
0	1831.57 ± 37.49 ^a
15	2087.70 ± 112.36 ^b
30	1610.51 ± 83.74 ^{ac}
45	1464.23 ± 95.76 ^c

^{a, b, c, d} Letras diferentes indican diferencias significativas

Debido a que el análisis de varianza fue significativo, en la Tabla 6 se muestran los valores de polifenoles totales a los diferentes tiempos, así como, también mediante la prueba de Tukey se observa que, todas las muestras de 0 días, 15 días y 45 días son diferentes. Pero se observa que, el contenido de polifenoles totales a los 30 días es estadísticamente similar a los 0 y 45 días, respectivamente. Los resultados obtenidos indican que, la oca almacenada contiene una cantidad variante (Figura 5) e importante de polifenoles totales. La identificación de los compuestos fenólicos ha revelado que este producto podría considerarse potencialmente beneficiosos para la salud humana y para posibles aplicaciones industriales (Alcalde – Eon et al., 2004; Campos et al., 2006; Chirinos et al., 2009).

Figura 4

Comportamiento del contenido de polifenoles totales en oca morada almacenada



Capacidad antioxidante durante el tiempo de almacenamiento

Tabla 7

Análisis de varianza de capacidad antioxidante durante almacenamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P
Tiempo	3	207239	69080	19.23	0.001*
Error	8	28731	3591		
Total	11	235970			

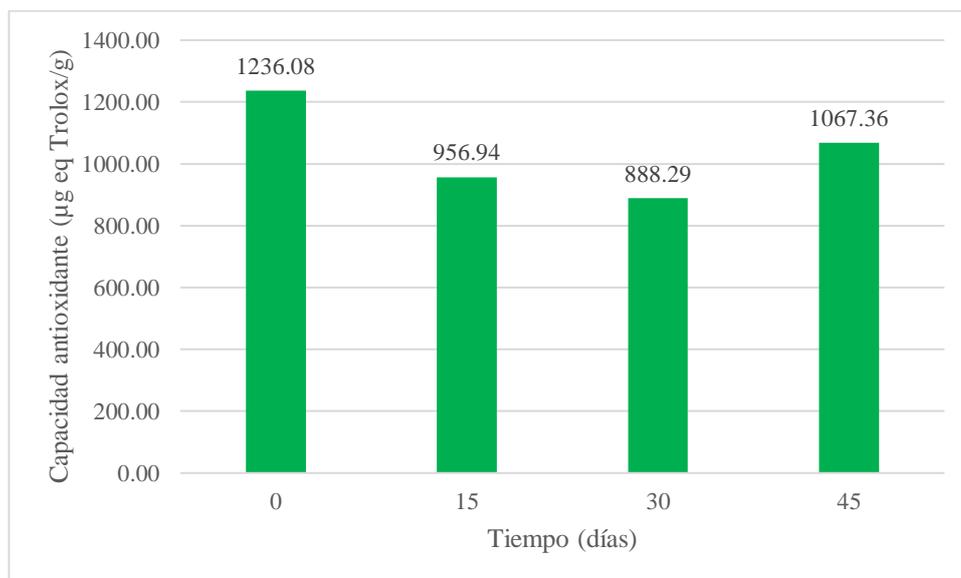
*Significativo a 0.05

La Tabla 7 muestra el resultado del análisis de varianza de la capacidad antioxidante durante el tiempo de almacenamiento, observándose que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), es decir que, hubo efecto del tiempo de almacenamiento en la capacidad antioxidante de la oca morada. Como se mencionó anteriormente, la actividad antioxidante depende de las condiciones de almacenamiento postcosecha (Andre et al., 2007), y debido a que estas fueron variantes afectaron la capacidad antioxidante durante el tiempo de almacenamiento.

Tabla 8*Capacidad antioxidante durante almacenamiento*

Tiempo (días)	Capacidad antioxidante ($\mu\text{g Eq Trolox/g}$)
0	1236.08 \pm 59.62 ^a
15	956.94 \pm 60.54 ^{bc}
30	888.29 \pm 34.71 ^c
45	1067.36 \pm 77.08 ^b

La Tabla 8 muestra los resultados de capacidad antioxidante durante el almacenamiento, como la prueba de análisis de varianza fue significativa ($p < 0.05$) se realizó la prueba de Tukey y se detectó que, las muestras a 0 días, 30 días y 45 días son diferentes. Por otro lado, muestra a 15 días es estadísticamente similar a los 30 y 45 días.

Figura 5*Comportamiento de la capacidad antioxidante en oca morada almacenada*

La Figura 6 no muestra una tendencia de la capacidad antioxidante a través del tiempo. Se han demostrado que, genotipos pigmentados de oca contienen niveles significativamente más altos de actividad antioxidante, que de los genotipos no pigmentados (Martínez Contreras, 2015; Nina Gutiérrez & Murillo García, 2018;

Stushnoff et al., 2010; Tantaquilla Cueva & Zavaleta Rodríguez, 2010). Los compuestos fenólicos y las antocianinas son los antioxidantes más abundantes en los tubérculos, y sus niveles en los tubérculos se ven afectados por el crecimiento y las condiciones de almacenamiento posteriores a la cosecha (Reyes et al., 2004; Rosenthal & Jansky, 2008).

Durante el almacenamiento de 45 días la oca morada sufrió una pérdida en su contenido en polifenoles totales (20,0 %) y en su capacidad antioxidante (13,65%), esto concuerda con Wichrowska (2021) quien, tras almacenar patatas durante 6 meses, observó una disminución en la capacidad antioxidante, en promedio 12,4%. Por otro lado, difiere con Külen et al. (2013) quienes observaron que, en los clones de papa durante el almacenamiento en frío, los compuestos fenólicos totales aumentaron en los clones pigmentados. Una coincidencia con los resultados de estos autores es que no se observó una tendencia definida.

Conclusiones

- ✓ Se determinó el contenido de polifenoles totales de *Oxalis tuberosa* ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento y se observó que hubo diferencias significativas entre el contenido de polifenoles totales a diferentes tiempos de almacenamiento, sin mostrar una tendencia definida.
- ✓ Se determinó la capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento y se observaron diferencias significativas entre la capacidad antioxidante a cada tiempo de almacenamiento, sin mostrar una tendencia definida.

Recomendaciones

- ✓ Se recomienda estudiar el efecto de la congelación en el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante en oca morada fresca.
- ✓ Estudiar el efecto de atmósferas modificadas y controladas en el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en oca morada fresca.

Referencias bibliográficas

- Aguilera-Otíz, M., del Carmen Reza-Vargas, M., Chew-Madinaveita, R. G., & Meza-Velázquez, J. A. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biotecnia*, *13*(2), 16–22.
- Alcalde-Eon, C., Saavedra, G., Pascual-Teresa, S. de, & Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Liquid chromatography-mass spectrometry identification of anthocyanins of isla oca (*Oxalis tuberosa*, Mol.) tubers. *Journal of Chromatography A*, *1054*(1–2), 211–215. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.074>
- Andre, C. M., Ghislain, M., Bertin, P., Oufir, M., del Rosario Herrera, M., Hoffmann, L., Hausman, J.-F., Larondelle, Y., & Evers, D. (2007). Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55*(2), 366–378.
- Baldeón Aliaga, C. L. (2013). *Formulación y evaluación de un alimento deshidratado dulce a partir de la mezcla de harina y residuos sólidos de oca morada (Oxalis tuberosa)*.
- Bazzano, L. A., Serdula, M. K., & Liu, S. (2003). Dietary intake of fruits and vegetables and risk of cardiovascular disease. *Current Atherosclerosis Reports*, *5*(6), 492–499.
- Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., & Cisneros-Zevallos, L. (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *86*(10), 1481–1488. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2529>
- Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, *113*(4), 1243–1251. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.015>
- Chirinos, R., Campos, D., Arbizu, C., Rogez, H., Rees, J. F., Larondelle, Y., Noratto, G., & Cisneros-Zevallos, L. (2007). Effect of genotype, maturity stage and post-

- harvest storage on phenolic compounds, carotenoid content and antioxidant capacity, of Andean mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(3), 437–446. <https://doi.org/10.1002/JSFA.2719>
- Flores, H., Walker, T., Guimarães, R., Bais, H., & Vivanco, J. (2003). Andean root and tuber crops: Underground rainbows. *HortScience*, 38(2), 161–167. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0038814832&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=8a1fd290ea9dcfc4711963899ecee367&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%287004945082%29&relpos=1&citeCnt=62&searchTerm=>
- Gallón Bedoya, M., Rodríguez, M. C., & Cotes Torres, J. M. (2019). Evaluation and modeling of the properties and antioxidant characteristics of a new potato variety (Primavera) during storage at 4 °C. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(2), 8873–8881. <https://doi.org/10.15446/RFNAM.V72N2.75155>
- Gonzales-Torre, H., Aliaga-Barrera, I., & Velásquez-Barreto, F. F. (2020). Effect of chlorpropham on the sprouting and behavior of bioactive compounds in purple mashua (*Tropaeolum tuberosum* ruíz & pavón) during postharvest storage. *Bioagro*, 32(1), 49–58.
- Hernández - Sampieri, R., & Gonzáles Mares, M. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education.
- Külen, O., Stushnoff, C., & Holm, D. G. (2013). Effect of cold storage on total phenolics content, antioxidant activity and vitamin C level of selected potato clones. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(10), 2437–2444. <https://doi.org/10.1002/JSFA.6053>
- Martínez Contreras, K. G. (2015). *Evaluación de diferentes variedades de Oxalis tuberosa (oca) para la obtención de harinas con fines industriales* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/301/1/T-UTEQ-0036.pdf>
- Monar, V. (2014). *Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de oca (Oxalis tuberosa Mol): Bola kamusa y lluch'u oqa* [DISS]. UTE.

- Nazario, O., Ordoñez, E., Mandujano, Y., & Arévalo, J. (2018). Polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y análisis sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo y siete clones. *RevIA*, 3(1), 51–59. <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/viewFile/85/69>
- Nina Gutiérrez, A. P., & MurilloGarcía, R. (2018). Evaluación del comportamiento agronómico de tres Ecotipos de oca (*Oxalis tuberosa*) y revalorización de las prácticas alimenticias ancestrales de la comunidad Huatapampa del municipio de Tito Yupanqui Evaluation of the agronomic behavior of three echotip. *Athapi*, 4(3), 1324–1333.
- Oña, E. (2015). *Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de papas nativas (Solanum tuberosum): Tushpa y Uvilla en estado fresco y cocido* [DISS]. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Pérez, E. (2019). *Efecto de temperatura y tiempo de secado convectivo sobre la capacidad antioxidante y vitamina C en harina de oca (Oxalis tuberosa)*. 1–53.
- Reyes, L. F., Miller, J. C., & Cisneros-Zevallos, L. (2004). Environmental conditions influence the content and yield of anthocyanins and total phenolics in purple-and red-flesh potatoes during tuber development. *American Journal of Potato Research*, 81(3), 187–193.
- Rosenthal, S., & Jansky, S. (2008). Effect of production site and storage on antioxidant levels in specialty potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(12), 2087–2092.
- Stushnoff, C., Ducreux, L. J. M., Hancock, R. D., Hedley, P. E., Holm, D. G., McDougall, G. J., McNicol, J. W., Morris, J., Morris, W. L., & Sungurtas, J. A. (2010). Flavonoid profiling and transcriptome analysis reveals new gene–metabolite correlations in tubers of *Solanum tuberosum* L. *Journal of Experimental Botany*, 61(4), 1225–1238.
- Taipe Quispe, V. (2018). *Evaluación del contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de mashua morada (tropaeolum tuberosum) durante el almacenamiento de post cosecha* [DISS, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2582>
- Tantaquilla Cueva, A. M., & Zavaleta Rodríguez, E. G. (2010). *Cuantificación de macronutrientes, micronutrientes y vitamina c e identificación de vitaminas*

liposolubles presentes en el tubérculo de Oxalis tuberosa molina “oca” del caserío de Huangamarca – Otuzco – La Libertad [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo].
[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4797/Tantaquilla Cueva Ana Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4797/Tantaquilla_Cueva_Ana_Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Villanueva-Tiburcio, J. E., Condezo-Hoyos, L. A., & Asquiere, E. R. (2010). Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh). *Food Science and Technology*, 30, 151–160.
- Wang, S. Q., Tang, J., Hu, K. di, Huang, Z. Q., Yang, F., Zhang, H. Y., Hu, L. Y., Li, Y. H., Yao, G. F., & Zhang, H. (2019). Antioxidative system in sweet potato root is activated by low-temperature storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(8), 3824–3833. <https://doi.org/10.1002/JSFA.9604>
- Wichrowska, D. (2021). Antioxidant Capacity and Nutritional Value of Potato Tubers (*Solanum tuberosum* L.) as a Dependence of Growing Conditions and Long-Term Storage. *Agriculture*, 12(1), 21.

Apéndice

Apéndice 01. Testimonio fotográfico



Fotografía 1. Siembra de oca



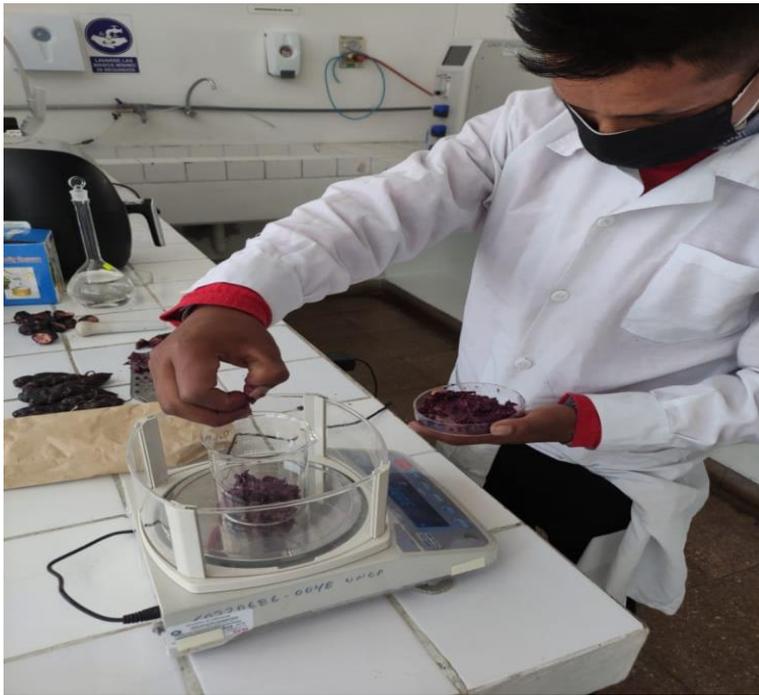
Fotografía 2. Cosecha de oca



Fotografía 3. Soleado de la oca previo a su almacenamiento



Fotografía 4. Almacenamiento de oca



Fotografía 5. Preparación de muestra



Fotografía 6. Lectura de la absorbancia

Apéndice 02. Certificados de análisis



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO N° 0090 – LCC – UNCP - 2022

SOLICITANTE : MAURICIO TAPE QUISPE
 DIRECCIÓN : ACOBAMBA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA QUE NOS PROPORCIONO EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : ECOTIPO MORADA (*Oxalis tuberosa*)
 ENVASE : BOLSA CRAF
 TAMAÑO DE MUESTRA : 526g
 FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 26/04/2022
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 26/04/2022
 SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0090 – 2022
 DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE :
 TÍTULO DE LA TESIS : "EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE (*Oxalis tuberosa*) ECOTIPO MORADA DURANTE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO"
 TIEMPO DE ALMACENAMIENTO : CERO (0) DÍAS DE (*Oxalis tuberosa*) ECOTIPO MORADA

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (μg Eq Trolox/g de muestra)	1222
	1184.76
	1301.48
POLIFENOLES TOTALES (mg AGE/100g de muestra)	1856.57
	1788.46
	1849.67

MÉTODO DE ENSAYO:

- CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
 - POLIFENOLES TOTALES
- DRPH
FOLIN CIOCALTEU

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO

LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 26 DE ABRIL DEL 2022.

M. Arica Mallqui
 DE CALIDAD



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0105 – LCC – UNCP - 2022

SOLICITANTE : MAURICIO TAIBE QUISPE
DIRECCIÓN : ACOBAMBA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA QUE NOS PROPORCIONO EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : ECOTIPO MORADA (*Oxalis tuberosa*)
ENVASE : BOLSA CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 528g
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 11/05/2022
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 11/05/2022
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0105 – 2022

DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
TITULO DE LA TESIS : "EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE (*Oxalis tuberosa*) ECOTIPO MORADA DURANTE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO"
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO : QUINCE (15) DÍAS DE (*Oxalis tuberosa*) ECOTIPO MORADA

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (μg Eq Trolox/g de muestra)	956
	1017.94
	896.88
POLIFENOLES TOTALES (mg AGE/100g de muestra)	2074.82
	2205.94
	1982.33

MÉTODO DE ENSAYO:
1. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE : DPPH
2. POLIFENOLES TOTALES : FOLIN CIOCALTEU

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIFERENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 11 DE MAYO DEL 2022.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0123 – LCC – UNCP - 2022

SOLICITANTE : MAURICIO TAPE QUISPE
DIRECCIÓN : ACOBAMBA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA QUE NOS PROPORCIONO EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : ECOTIPO MORADA (*Oxalis tuberosa*)
ENVASE : BOLSA CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 535g
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 26/05/2022
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 26/05/2022
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0123 – 2022

DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
TÍTULO DE LA TESIS : "EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE (*Oxalis tuberosa*) ECOTIPO MORADA DURANTE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO"
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO : TREINTA (30) DÍAS DE (*Oxalis tuberosa*) ECOTIPO MORADA

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (μg Eq Trolox/g de muestra)	857
	925.62
	882.24
POLIFENOLES TOTALES (mg AGE/100g de muestra)	1619.98
	1522.44
	1689.11

MÉTODO DE ENSAYO:
1. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DPHH
2. POLIFENOLES TOTALES FOLIN CIOCALTEU

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 26 DE MAYO DEL 2022.





CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0130 – LCC – UNCP - 2022

SOLICITANTE : MAURICIO TAPE QUISPE
DIRECCIÓN : ACOBAMBA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA QUE NOS PROPORCIONO EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : ECOTIPO MORADA (*Oxalis tuberosa*)
ENVASE : BOLSA CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 530g
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 10/06/2022
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 10/06/2022
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0130 – 2022

DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
TITULO DE LA TESIS : "EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE (*Oxalis tuberosa*) ECOTIPO MORADA DURANTE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO"
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO : CUARENTA Y CINCO (45) DÍAS DE (*Oxalis tuberosa*) ECOTIPO MORADA

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (µg Eq Trolox/g de muestra)	1069
	1143.61
	989.47
POLIFENOLES TOTALES (mg AGE/100g de muestra)	1418.52
	1574.28
	1399.88

MÉTODO DE ENSAYO:
1. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE : DPPH
2. POLIFENOLES TOTALES : FOLIN CIOCALTEU

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO

ADVERTENCIA:
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 10 DE JUNIO DEL 2022.

Artica Mallqui
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Apéndice 03. Matriz de Consistencia

Título: “Evaluación del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de (*Oxalis tuberosa*) ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿Cuál es el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de <i>Oxalis tuberosa</i> ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento?	Objetivo General		Independiente	
	Evaluar el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de <i>Oxalis tuberosa</i> ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento.	Existen diferencias significativas del tiempo de almacenamiento en el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la oca morada.	Tiempo de Días almacenamiento	
	Objetivos Específicos		Dependiente	
	Determinar el contenido de polifenoles totales de <i>Oxalis tuberosa</i> ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento.		Temperatura	°C
	Determinar la capacidad antioxidante de <i>Oxalis tuberosa</i> ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento.		Polifenoles totales	mg Ac. gálico. g ⁻¹
			Capacidad antioxidante	mEquiv. Trolox.mL ⁻¹

