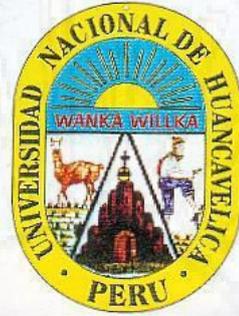


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL TESIS

“Evaluación del contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de Mashua Morada (*Tropaeolum tuberosum*) durante el almacenamiento de post cosecha”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

VALENTIN TAIBE QUISPE

ACOBAMBA - HUANCABELICA

2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la Ciudad Universitaria "Común Era" a los 18 días del mes de diciembre del año 2018, a horas 10:00 am, se reunieron; los miembros del Jurado Calificador, que está conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Ing. Virgilio VALDERRAMA PACHO
SECRETARIO : Ing. Jimmy Pablo ECHEVARRÍA VICTORIO
VOCAL : Mg. Alfonso RUIZ RODRÍGUEZ
ACCESITARIO : Ing. Edson Elvis RAMÍREZ TIXE

Designados con Resolución N° 189-2016-D-FCA-UNH; del: proyecto de investigación. TITULADO:
"Evaluación del contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de Mashua Morada (*Tropaeolum tuberosum*) durante el almacenamiento de post cosecha"

Cuyo autor es el Bachiller:

Valentín TAIPE QUISPE

Asesorado por : M. Sc. Frank Fluker VELÁSQUEZ BARRETO
: Mg. Perfecto CHAGUA RODRÍGUEZ

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO POR MAYORÍA

DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.


Ing. Virgilio VALDERRAMA PACHO
Presidente


Ing. Jimmy Pablo ECHEVARRÍA VICTORIO
Secretario


Mg. Alfonso RUIZ RODRIGUEZ
Vocal

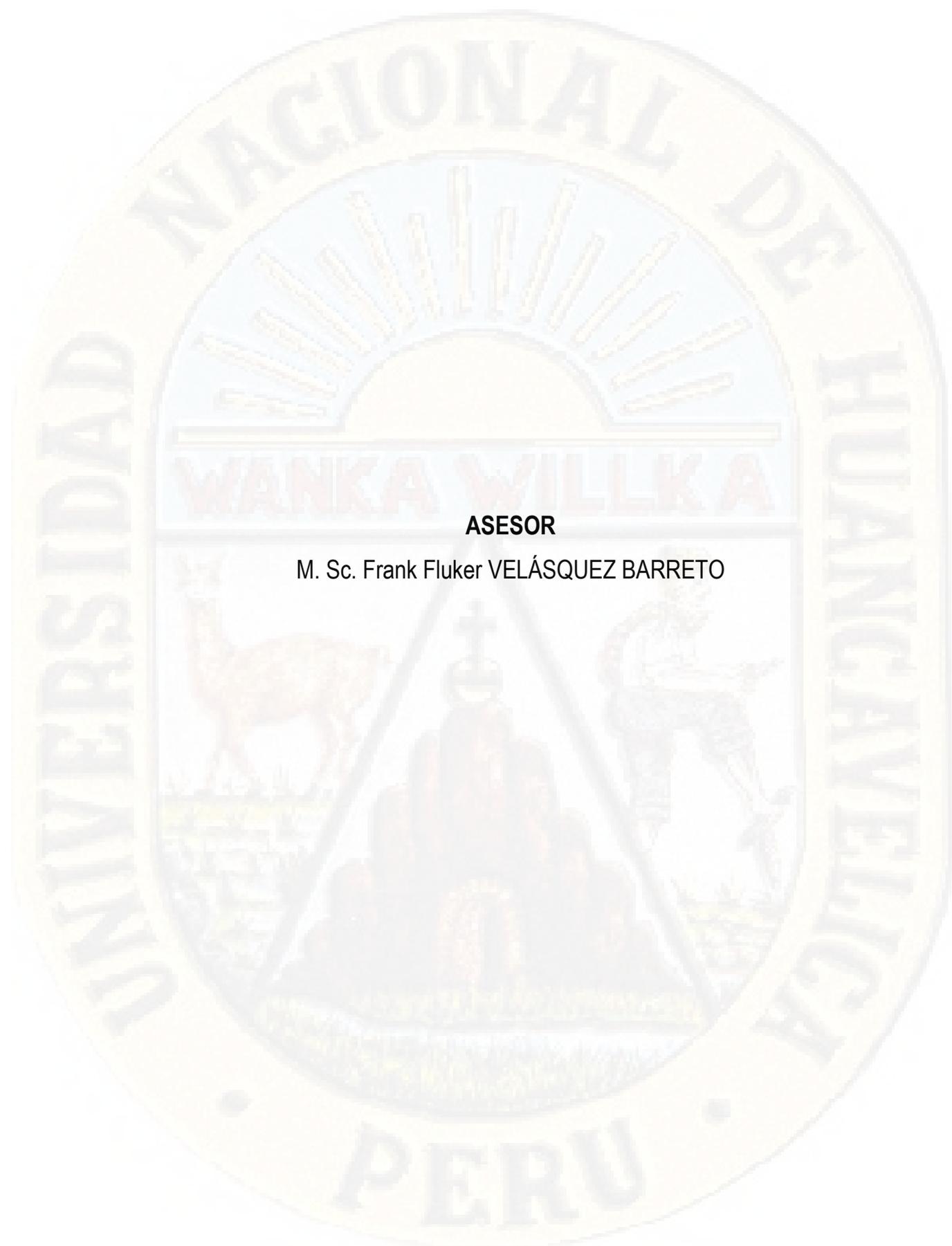
DEDICATORIA

A Dios por ser mi refugio, por darme fuerzas y valor para enfrentar las adversidades, pero sobre todo por ser mi guía en mi vida.

A mis padres Juan Taipe Sotacuro y María Quispe Gavilán, quienes hicieron lo posible para culminar satisfactoriamente mi carrera y culminación del presente trabajo, gracias a ellos por su apoyo incondicional.

A mi esposa Febe Maria Meneses Escobar y mi pequeño Yordy Taipe Meneses, ya que ellos son el motivo para continuar y lograr la meta de obtener el título profesional.

A mis hermanos Mauricio, David, Rafael y Wilver por su comprensión y alegría y por darme fuerzas en todo el desarrollo de mi carrera.



ASESOR

M. Sc. Frank Fluker VELÁSQUEZ BARRETO

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de mashua morada *Tropaeolum tuberosum* durante el almacenamiento de post cosecha.

La evaluación del efecto del almacenamiento post cosecha en los compuestos de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante permite realizar un adecuado almacenamiento. Durante el almacenamiento por 3 meses en un almacén controlado de 87,5 HR 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 reduce hasta en 75,83 % de lo que pudo concentrarse en el primer mes. La capacidad antioxidante se degrado 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 %. En conclusión, la mashua morada almacenada a condiciones de humedad relativa de 87,5 % y temperatura de 17 °C, el tiempo de almacenamiento influye significativamente en las concentraciones de contenido de agua, antocianinas, polifenoles y capacidad antioxidante.

Palabras claves: Bioactivos, post cosecha, antocianinas, polifenoles y capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The loss of nutritional quality during the processing and storage of food has become an important problem for nutritious foods and with active principles is the case of mashua morada that is affected in the variation of its components of bioactive, the evaluation of the effect of post-harvest storage on total anthocyanin compounds, total polyphenols and antioxidant capacity allows adequate storage. During the storage for 3 months in a controlled warehouse of 87,5 HR and an average temperature of 17 °C the weight loss occurred in 24 % developed more in the 61 to 90 days where 18,06 % was lost. The decrease of anthocyanins at 90 days is 80,08 % with higher concentration in the first 30 days, the polyphenols after 30 days of storage increased its concentration by 59,84 % at the end of 90 days the polyphenols reduce up to 75,83 % of what could be concentrated in the first month. The antioxidant capacity was degraded during the first 60 days of storage up to 29,85 %, the last 30 days showed an increase in the antioxidant capacity with respect to the one evaluated at 60 days of storage with an increase of 24,73 %. In conclusion, the mashua morada stored at conditions of relative humidity of 87,5 % and Temperature of 17 °C, the storage time significantly influences the concentrations of water content, anthocyanins, polyphenols and antioxidant capacity.

Key words: Bioactive, post-harvest, anthocyanins, polyphenols and antioxidant capacity.

ÍNDICE

CARATULA	I
ACTA DE SUSTENTACIÓN	II
DEDICATORIA	III
ASESOR.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE	VII
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1. Descripción del problema	12
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Objetivo: General y Específico.....	13
1.3.1. Objetivo general	13
1.3.2. Objetivo específico	13
1.4. Justificación	13
CAPÍTULO II.....	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.2. Bases Teóricas.....	17
2.2.1. Mashua morada (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)	17
2.2.2. Cosecha de la mashua y manejo post cosecha	21
2.2.3. Almacenamiento de la mashua morada (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)	22
2.2.4. Antocianinas totales	23
2.2.5. Polifenoles totales	25
2.2.6. Capacidad Antioxidante.....	28
2.3. Hipótesis.....	30
2.4. Definición de términos	30
2.4.1. Variedades	30
2.4.2. Accesión.....	30
2.4.3. Descriptor	30
2.4.4. Muestreo	30
2.5. Definición operativa de variables e indicadores	31

CAPÍTULO III.....	32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1. Tipo y nivel de Investigación	32
3.2. Método de Investigación	32
3.3. Diseño de Investigación.....	37
3.4. Población y muestra	37
3.4.1. Población:.....	37
3.4.2. Muestra:	38
3.4.3. Muestreo:	38
3.4.4. Unidad experimental.....	38
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	39
CAPITULO IV	40
RESULTADOS	40
4.1. Presentación de datos	40
4.1.1. Pérdida de peso	40
4.1.2. Antocianinas totales	42
4.1.3. Polifenoles totales	44
4.1.4. Capacidad antioxidante	46
4.1.5. Correlación de capacidad antioxidante y polifenoles totales	48
4.1.6. Correlación de capacidad antioxidante y antocianinas	49
4.1.7. Correlación de antocianinas y pérdida de peso	49
4.2. Análisis de datos.....	50
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	56
ANEXOS.....	59
Anexo 1: RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	60
Anexo 2: GRAFICAS DE DATOS ORIGINALES	61
Anexo 3: TABLAS DE DATOS ORIGINALES.....	62
Anexo 4: FOTOGRAFÍAS DE LA TESIS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la mashua (en 100 g de parte comestible).....	20
Tabla 2. Contenido de antocianinas en diferentes bayas	23
Tabla 3. Tipos de antocianinas.....	23
Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
Tabla 5. Pérdida de peso de la mashua durante el almacenamiento	42
Tabla 6. Antocianinas totales en mg/g	44
Tabla 7. Polifenoles totales en mg/g	46
Tabla 8. Capacidad antioxidante $\mu\text{mol/g}$	48
Tabla 9. Resultados de la evaluación de pérdida de peso	62
Tabla 10. Resultados de evaluación de antocianinas totales	63
Tabla 11. Resultados de evaluación de polifenoles totales	63
Tabla 12. Resultados de evaluación de capacidad antioxidante	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura básica de las antocianinas	24
Figura 2. Estructura de las antocianinas más comunes	25
Figura 3. Estructura de un fenol	26
Figura 4. Estructura básica de los flavonoides	26
Figura 5. Taninos (polifenoles de catequina)	27
Figura 6. Diagrama de flujo de almacenamiento de post cosecha	32
Figura 7. Diagrama de flujo de evaluación de compuestos bioactivos	33

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Pérdida de peso por mes	40
Grafica 2. Pérdida de peso de la mashua morada.....	41
Grafica 3. Concentración de antocianinas en mg/g durante el almacenamiento	42
Grafica 4. Tendencia de antocianinas con respecto al tiempo de almacenamiento	43
Grafica 5. Tendencia de la concentración de polifenoles mg/g durante el alm	44
Grafica 6. Tendencia de polifenoles con respecto al tiempo de almacenamiento	45
Grafica 7. Concentración de CA en $\mu\text{mol/g}$ durante el almacenamiento	46
Grafica 8. Tendencia de la CA con respecto al tiempo de almacenamiento.....	47
Grafica 9. Comparación de la concentración de CA y polifenoles	48
Grafica 10. Comparación de la concentración de CA y antocianinas	49
Grafica 11. Comparación de la concentración de antocianinas y pérdida de peso	50
Grafica 12. Curva de calibración para polifenoles totales	61
Grafica 13. Curva de calibración para determinar capacidad antioxidante	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de los análisis de laboratorio	60
Anexo 2. Graficas de datos personales	61
Anexo 3. Tablas de datos originales	62
Anexo 4. Fotografías de la tesis	64

INTRODUCCIÓN

La mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) pertenece a la familia Tropaeolacea, es uno de los tubérculos más importantes después de la papa, olluco y oca; se cultiva en los valles húmedos de la zona andina del Perú con rendimiento entre 9 y 70 TM/ha, el alto valor de contenido de azúcares de 5,37 %, proteína alrededor de 16 % y con contenido de agua promedio 87,4 %. Se cultiva con el objeto de aprovechar los tubérculos como alimento, con fines medicinales y ornamentales por su valor diurético y nutritivo es consumida con agrado por adultos y niños del área rural sancochada en una pachamanca, o en el horno, en la actualidad no hay una demanda comercial por su sabor picante en estado natural debido a los isotiocianatos. Estudios han demostrado que contiene compuestos bioactivos en concentraciones importantes como es el caso de antocianinas, capacidad antioxidante y polifenoles. Los componentes nutricionales y los compuestos bioactivos son variantes de acuerdo al manejo de la post cosecha en las fases de acopio (mala selección, mal secado), transporte (mal acondicionamiento y empaçado del producto), almacenamiento (apilamiento excesivo, inadecuado), procesamiento y comercialización debido a que dependen de sus reservas acumuladas para sobrevivir y están expuestos a las pérdidas y deterioro de agua, sólidos, vitaminas, etc.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo importante en el distrito de Yauli que aún no se le está dando la importancia debida a este tubérculo, ya que podrían reflejar la necesidad de encontrar antioxidantes efectivos provenientes de fuentes naturales para ser utilizados en la industria alimentaria; dentro de los polifenoles, los flavonoides presentan funciones antioxidantes y atrapadoras de radicales libres que se traducen en acciones anticarcinogénicas.

El desconocimiento de nuevas fuentes de antioxidantes naturales nos obliga a la realización de estudios fundamentales de los polifenoles con relación a la capacidad antioxidante de fuentes no convencionales. El tubérculo muestra la variabilidad en colores, formas, tamaños y metabolitos bioactivos secundarios durante el tiempo de almacenamiento de post cosecha.

La presente investigación se realizó con el tubérculo propio de la zona y al mismo tiempo se contribuyó a resolver el desconocimiento de la cantidad del contenido de antocianinas, fenoles totales y capacidad antioxidante, de este tubérculo se pueden emplear para fines agroindustriales o de exportación. Una desventaja del antioxidante natural es su baja resistencia contra el oxígeno, particularmente bajo la exposición a la luz, temperaturas altas y secado.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál será la influencia del almacenamiento de post cosecha en el contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de la Mashua Morada?

1.3. Objetivo: General y Específico

1.3.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar el contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de la Mashua Morada durante el almacenamiento de post cosecha.

1.3.2. Objetivo específico

- ❖ Determinar el contenido de antocianinas totales de la Mashua Morada durante el almacenamiento de post cosecha.
- ❖ Determinar el contenido de polifenoles totales de la Mashua Morada durante el almacenamiento de post cosecha.
- ❖ Determinar la capacidad antioxidante de la Mashua Morada durante el almacenamiento de post cosecha.

1.4. Justificación

En el aspecto científico evaluando el efecto del almacenamiento de post cosecha de los compuestos bioactivos (antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante) de la mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*), permitirá escoger la mejor metodología de almacenamiento para poder evaluar durante el proceso y dar el valor agregado del producto. Con esta investigación se podrá llegar a formalizar la idea de un almacenamiento adecuado con alto aceptabilidad.

Debido a que el Perú tiene diversos microclimas como por ejemplo en el Distrito de Yauli, Departamento y Provincia de Huancavelica a una altitud de 3 385 m.s.n.m. donde los productos mayormente los tubérculos producen sin ningún problema desarrollar con, así como también otras regiones de nuestro país.

Los compuestos polifenólicos han sido asociados con la salud debido a su capacidad antioxidante. Las propiedades funcionales de los tubérculos pigmentadas como colorantes naturales y antioxidantes se presentan como sustancias útiles para la industria alimentaria, debido a la preocupación que va aumentando la seguridad

toxicológica de sus contrapartes sintéticas, los cuales tienen efectos colaterales, dañinos para la salud. En los últimos años se ha generado un interés por el estudio de antioxidantes de origen natural, los cuales se encuentran en una gran variedad de alimentos.

Con la finalidad de prolongar la vida útil de estos cultivos y de abrir nuevos mercados aprovechando su biodiversidad, es que se pretende utilizar la mashua morada como alternativas tecnológicas para el procesamiento de diferentes productos que permita conservar sus características.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Cuya¹, al ejecutar la tesis “Efecto de secado sobre la actividad antioxidante de la harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*)” de la Universidad Nacional de Callao – Perú. El objetivo de esta investigación fue determinar la actividad antioxidante hidrofílica de la mashua en estado fresco y seco, utilizando la tecnología de secado convectivo por aire caliente de tipo bandeja. El procedimiento que utilizó es el secado en bandeja de las rodajas de mashua, se demostró que existen dos periodos de secado (constante y decreciente), para las tres temperaturas de secado.

Al evaluar diferentes cultivares de mashua observaron que, entre los cultivares de color púrpura ARB-52-41 fueron los únicos que presentaron una alta correlación entre antocianinas y capacidad antioxidante ($r^2=0,89$; $p < 0,01$). Los cultivares de color púrpura DP-02-24 y AGM-51-09, presentaron una pobre relación, indicando que otros compuestos fenólicos pueden predominar en el efecto antioxidante. Una significativa correlación fue observada entre la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales para los cultivares DP-02-24, ARB-52-41, AGM-51-09, M6COL2C, DP-02-15 Y DP-02-03 ($0,691 < r^2 < 0,911$; $P < 0,01$); estas diferencias en el coeficiente de correlación, sugiere una importante diferencia entre los cultivares que podrían ser relacionado a diferentes perfiles de antioxidantes y compuestos fenólicos. La baja correlación y/o negativa de otros cultivares pueden indicar diferencias en los promedios y perfiles de compuestos fenólicos y/o la presencia de otros compuestos bioactivos, que puede contribuir a la capacidad antioxidante incluyendo ácido ascórbico y glucosinolatos.

Paucar², al ejecutar la tesis “Composición química y capacidad antioxidante de dos variedades mashua (*Solanum tuberosum*): amarilla chaucha y zapallo” de la

Universidad Tecnológica Equinoccial – Quito. El objetivo principal fue determinar la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de mashua (*Tropeaelum tuberosum*): Amarilla chaucha y Zapallo. El procedimiento que utilizó es dividir los tubérculos en tres grupos fresco, seco (exposición al sol por 5 días) y cocido (mashuas secas cocidas por 20 minutos). Se realizaron análisis fisicoquímicos: color de la superficie externa e interna (luminosidad, cromaticidad y ángulo de tono), pH, acidez titulable total (ATT), sólidos solubles (° Brix), humedad, ceniza, proteína, fibra, grasa y carbohidratos. Además, se determinó la capacidad antioxidante total utilizando los métodos ABTS y DPPH, previamente se congeló las muestras a -20 °C.

En la caracterización física la variedad Zapallo presentó valores superiores en peso, diámetro longitudinal y diámetro ecuatorial comparados con la variedad Amarilla chaucha, estas diferencias podrían deberse al ciclo de cultivo o variedad. En el análisis de color de la superficie externa, los parámetros de luminosidad (L^*) y cromaticidad (Cr) para las dos variedades disminuyeron después del secado y cocción. No se observaron cambios significativos para ángulo de tono (Hue) en las dos variedades después del secado, mientras que después de la cocción el Hue para la variedad Amarilla chaucha disminuyó y para la variedad Zapallo aumentó. La capacidad antioxidante total de la variedad Amarilla chaucha no presentó cambios una vez aplicados los tratamientos de secado y cocción (2,90 μmol Trolox/g tejido y 2,91 μmol Trolox/g tejido base seca, respectivamente), a diferencia de la variedad Zapallo que después de la cocción aumentó de 6,6 a 7,2 μmol Trolox/g tejido base seca, esto en relación al estado fresco. Al comparar los métodos aplicados (ABTS y DPPH) en la determinación de capacidad antioxidante, los resultados se correlacionaron fuertemente, obteniendo un $r^2=0.993$. La aplicación de los tratamientos de secado y cocción en mashua permite establecer antecedentes para futuras investigaciones, orientar sus posibles usos y fomentar el consumo de un producto con buenas características antioxidantes.

Oña³, al ejecutar la tesis “Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum*): tushpa y

uvilla en estado fresco y cocido” de la Universidad Tecnológica Equinoccial – Quito. El objetivo de esta investigación fue realizar la caracterización física y evaluar la influencia del tratamiento térmico sobre el color, la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de papas nativas (Tushpa y Uvilla) en estado fresco y cocido. El procedimiento que utilizó es dividir en dos grupos: frescos y cocidos (20 min. a 91 °C). En las papas nativas frescas se realizó caracterización física y en los cocidos se realizó la medición de color (L^* Cr^* y Hue^*), composición química (humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos, sólidos solubles, pH y acidez titulable) y bioquímica (fenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante total – usando los radicales ABTS·+ y DPPH) por espectrofotometría. La variedad Uvilla presentó mayor peso, diámetro ecuatorial y volumen en comparación con la variedad Tushpa. En los parámetros de color la variedad Uvilla presentó valores mayores de L^* Cr^* y Hue^* , tanto en la superficie interna y externa (excepto el Hue^* en la superficie interna), en general el proceso de cocción provocó la reducción en los parámetros de color excepto en el valor Hue^* de la variedad Tushpa. En la composición química la cocción disminuyó el contenido de sólidos solubles totales en ambas variedades. La cocción no produjo cambios en el pH. La acidez titulable total disminuyó en las dos variedades en un 35 % y 50 % para la variedad Uvilla y Tushpa, respectivamente, después de la cocción.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*)

La mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*), es uno de los tubérculos más importantes después de la papa, olluco y oca; se cultiva en los valles húmedos de la zona andina de Perú, Colombia, Argentina, Ecuador y Bolivia, la planta hereditaria es de la Meseta Peruano-Boliviano. Pero ahora puede encontrarse en lugares tan lejanos como Canadá, Europa y Nueva Zelanda. Entre los tubérculos andinos, la mashua es de mayor rendimiento, se encuentra entre 9 y 70 TM/ha¹.

La mashua es un tubérculo que se cultiva en la sierra ecuatoriana, principalmente en las provincias de Bolívar, Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua, en parcelas de consumo familiar. Un estudio en el año 2002 del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, refleja que la demanda de este tubérculo en el Ecuador decayó pese a su gran valor nutritivo, se cultiva en sistemas de agricultura de subsistencia entre los 2,000 y 4,000 metros de altura, con rendimientos potenciales de 30 toneladas por hectárea (INIAP, 2012). En el Ecuador se producen más de 100 variedades de mashua entre las que se mencionan Amarrilla tardía o Quilla zapallo, Amarilla chaucha, Pulsito o Puzungo, Blanca, Rodilla de Jesucristo y Morada².

a. Taxonomía y morfologías de la mashua morada

Según Cuya¹, la mashua concuerda en clasificar de la siguiente manera:

Nombre botánico : *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon

Familia : Tropaeolacea

Nombres comunes:

Quechua : mashua, añu, apiñu, apiña-mama

Aymara : isau, issanu, kkayacha

Español : mashua (mafua, mauja, maxua).

Perú : mashuar, añu, anyu

Colombia : cubios, navios, navo

Bolivia : isaño, isañu, apilla

Inglés : mashua, anu.

b. Descripción botánica

Es una planta herbácea de 20 cm a 80 cm de alto, de tallos aéreos, cilíndricos y delgados de 2 a 4 mm de diámetro, ramificados de color púrpura. Tiene hojas de color verde oscuro brillante en el haz y verde claro en el envés, las flores son solitarias de diferentes colores que van de anaranjadas o rojizas⁴.

c. Variedades nativas

Existen más de 100 variedades que han sido reconocidos .No existen estudios profundos sobre la variación en *Tropaeolum tuberosum*, algunos autores los clasifican de acuerdo al color, tipo y distribución de colores².

Según Cuya¹, los clones de mashua lo diferencian de acuerdo al color del tubérculo en idioma quechua:

Occe año	: Plomizo
Yana año	: Negruzco
Puca año	: Rojizo
Muru año	: Morado
Chhecce año	: Gris
Zapallo año	: Amarillo
Yurac año	: Blanco

Existe gran variabilidad de ecotipos en cuanto a la forma y coloración, siendo los más cultivados los ecotipos “kello”, “yana ñawi”, “zapallo amarillo” y en menor proporción el “cheqchi”.

d. Usos

La mashua se cultiva con el objeto de aprovechar los tubérculos como alimento, con fines medicinales y ornamentales. Se destina una cierta cantidad para el consumo animal y otra cantidad se destina para el consumo humano, y se utiliza como ingredientes en sopas, guisos, encurtidos, mermelada, postres, también son consumidas las hojas jóvenes y las flores⁵.

Por su valor diurético y nutritivo es consumida con agrado por adultos y niños del área rural sancochada en una pachamanca, o en el horno, adquiere un sabor especial semejante al camote. Actualmente la mashua es muy escasa debido a que tiene poco valor comercial, ya que no es muy apetecido por el hombre porque tiene un sabor picante cuando está cruda,

debido a los isotiocianatos (aceite de mostaza); en cocido pierde esta característica. Esta especie se considera única, dentro de los alimentos se le incluye propiedades de reprimir el deseo sexual¹.

e. Valor nutritivo

La mashua es muy nutritiva y contiene cerca de 20 % de sólido y proteína alrededor de 16 % en materia seca, y que podría ser usada como alimento nutricional, y que podría volverse un alimento valioso y barato debido a su alto rendimiento. Sin embargo, la proteína es altamente variable, dependiendo de la variedad, también contiene una cantidad elevada de aminoácidos esenciales como lisina, aminoácido limitante en muchos cereales y leguminosas⁶.

Tabla 1. Composición química de la mashua (en 100 g de parte comestible)

Componentes	Base húmeda (BH)			Base seca (BS)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Rango	Promedio	Promedio	Rango	Promedio
Humedad (%)	79,10-88,8	87,4	86	78,3-92,4	-
Carbohidratos (g)	-	9,8	11	-	78,6
Proteína (g)	1,13-2,65	1,5	1,6	6,9-15,7	11,4
Grasa (g)	-	0,7	0,6	0,1-1,4	4,3
Cenizas (g)	0,56-1,08	0,6	0,8	4,2-6,5	5,7
Fibra (g)	-	0,9	0,8	7,8-8,6	-
Azúcares (g)	5,37-9,33	-	-	-	-
Fósforo (mg)	0,61-0,83	29	42	-	300
Calcio (mg)	-	12	7	-	50
Hierro (mg)	-	1,0	1,2	-	8,6
Vitamina A (mg)	-	-	15	-	214
Riboflavina (mg)	-	0,12	0,08	-	0,57
Vitamina C (mg)	-	77,5	67	-	476

Fuente: Cuya¹.

2.2.2. Cosecha de la mashua y manejo post cosecha

Cosecha de la mashua

La cosecha se realiza a los 4 meses en suelos cuya ubicación no exceda los 2 900 m.s.n.m., mientras que en suelos que exceden los 2 900 m.s.n.m. la cosecha se realiza a los 5 a 6 meses¹.

Después de la cosecha, los tubérculos de mashua, son sometidos a un minucioso proceso de selección y clasificación para el consumo y venta; los tubérculos deben presentar ciertas características: estar frescos, sanos y con un tamaño que oscile entre los 10 cm a 12 cm de largo y alrededor de 2,5 cm de diámetro. Posteriormente para su traslado del campo a los mercados o empresas agroindustriales son empacadas en sacos de polipropileno⁵.

Manejo post cosecha

Según Samaniego⁴, el manejo de post cosecha tiene varios procesos que son:

- ❖ **Pre-calentamiento.-** Luego de la cosecha se los coloca en el suelo a secar al sol, durante 4 días para que el tubérculo se endulce. Si se pasa más días de soleado la consistencia y sabor se echan a perder.
- ❖ **Transporte.-** Del terreno se lo saca en costales para luego ser transportados desde el páramo a las casas de los agricultores en mulas o caballos.
- ❖ **Limpieza.-** Los tubérculos se les limpia de la tierra y de agentes extraños.
- ❖ **Inspección y clasificación.-** Los tubérculos son clasificadas tomando en cuenta su tamaño, vigorosidad, uniformidad y sanas de tamaño grande y sin defectos o fallas para semilla y de tamaño pequeños para el consumo.
- ❖ **Almacenamiento.-** Por su alto contenido de humedad y superficie no cerosa tiene un menor tiempo de vida en almacenamiento que los otros

tubérculos. Sin embargo, pueden ser guardados hasta 6 meses en frío (2° C), en un lugar bien ventilado y alejado de la luz fuerte.

Anteriormente uno de los sistemas más difundidos para la conservación de estos productos era el de los llamados "altillos": una construcción alta de *chackias* (carrizos, guadúa) arreglada con bastante tamo y paja, dentro de la cual se disponían estos tubérculos andinos de tal modo que no se pudrieran, sino que más bien se "hicieran chunas" y se endulzaran. Los mayores relatan que los tubérculos así guardados tenían un magnífico sabor y que al ponerlos a cocinar se inflaban nuevamente.

2.2.3. Almacenamiento de la mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*)

La práctica actual de almacenar la mashua a temperaturas de 2 °C a 4 °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 procesar⁴.

Las formas más tradicionales de almacenamiento de mashua en el Ecuador presentan algunos problemas ya que el tubérculo sufre ciertos daños por deshidratación, pudrición y malformación, sin embargo han sido sistemas que se siguen utilizando en el país lo que es un indicador de su utilidad, las yatas por ejemplo son depósitos subterráneos que gracias a la obscuridad mantiene el color de los tubérculos, las pushas en cambio son recipientes elaborados con paja que mantienen una temperatura entre 5 °C a 12 °C, siendo el óptimo 10 °C para atrasar el brotamiento, algunos agricultores fabrican las llamadas plantas nativas hechas de adobe y en su interior unas camas de paja que repelen insectos, disminuyen el brotamiento y el crecimiento de hongos y bacterias².

2.2.4. Antocianinas totales

Las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal, también son conocidas como flavonoides azules, son compuestos vegetales no nitrogenados pertenecientes a la familia de los flavonoides, de amplia distribución en la naturaleza. Son pigmentos solubles en agua, los cuales imparten la coloración roja, rozada y azul a muchas frutas, verduras y granos⁷.

Tabla 2. Contenido de antocianinas en diferentes bayas.

Baya	Antocianinas (mg/100 g)
Mora azul.	60 – 480
Frambuesa.	20 – 220
Arándano.	20 – 360
Fresa.	10 – 80
Zarzamora.	183.63

Fuente: Aguilera, Chew y Meza⁷.

El núcleo central flavilo constituye la antocianidina que une a la fracción azúcar (glucosa, ramnosa, galactosa, xilosa o acidoglucurónico) forma las antocianinas. Se conocen aproximadamente 20 antocianinas dentro de las cuales destacan por su importancia pelargonina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina. Su combinación con diferentes azúcares genera aproximadamente 300 antocianinas⁸.

Tabla 3: Tipos de antocianinas.

Antocianinas	R	R'
Cianidina.	OH	H
Peonidina.	OCH3	H
Delfinidina.	OH	OH
Petunidina.	OCH3	OH
Malvidina.	OCH3	OCH3
Pelargonidina.	H	H

Fuente: Cofre⁸.

a. Estructura

Las antocianinas son glucósidos solubles formados por una molécula de antocianidina (aglicona) que se unen a una fracción de carbohidrato a través de un enlace β -glucosídico y son una de las clases de flavonoides que existen en abundancia. La estructura química consiste en un grupo flavilo formado por un anillo de benzopirano unido a un anillo fenílico (Figura 1)⁸.

Los monosacáridos comúnmente encontrados son D-glucosa, D-galactosa, L-ramnosa, D-arabinosa y D-xilosa, aunque también pueden contener oligosacáridos como gentobiosa, rutinosa y soforosa. Normalmente los monosacáridos se unen con los grupos hidroxilos de la posición 3 de la antocianidina, mientras que los disacáridos los hacen con hidroxilos 3 y 5 o bien con las posiciones 3 y 7⁷.

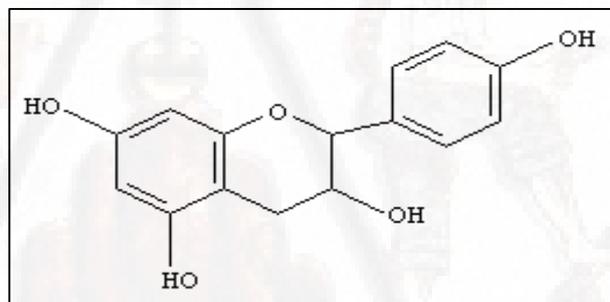


Figura 1: Estructura básica de las antocianinas.

Algunas veces, las antocianinas se encuentran aciladas por ácidos fenólicos como el cafeíco, el p-cumárico, el acético, el ferúlico o sináptico. Todas las antocianinas son derivados del catión flavilo básico⁸.

Se conocen más de 100, la diferencia entre ellas se debe al número de grupos hidroxilos, el grado de metoxilación de estos grupos, así como la naturaleza y el número de los ácidos aromáticos y alifáticos presentes en la molécula. De todas las antocianinas existentes, solo 6 son de interés en los alimentos: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina y

malvinidina (Figura 2). Los restantes son menos frecuentes y se encuentran en algunas hojas⁹.

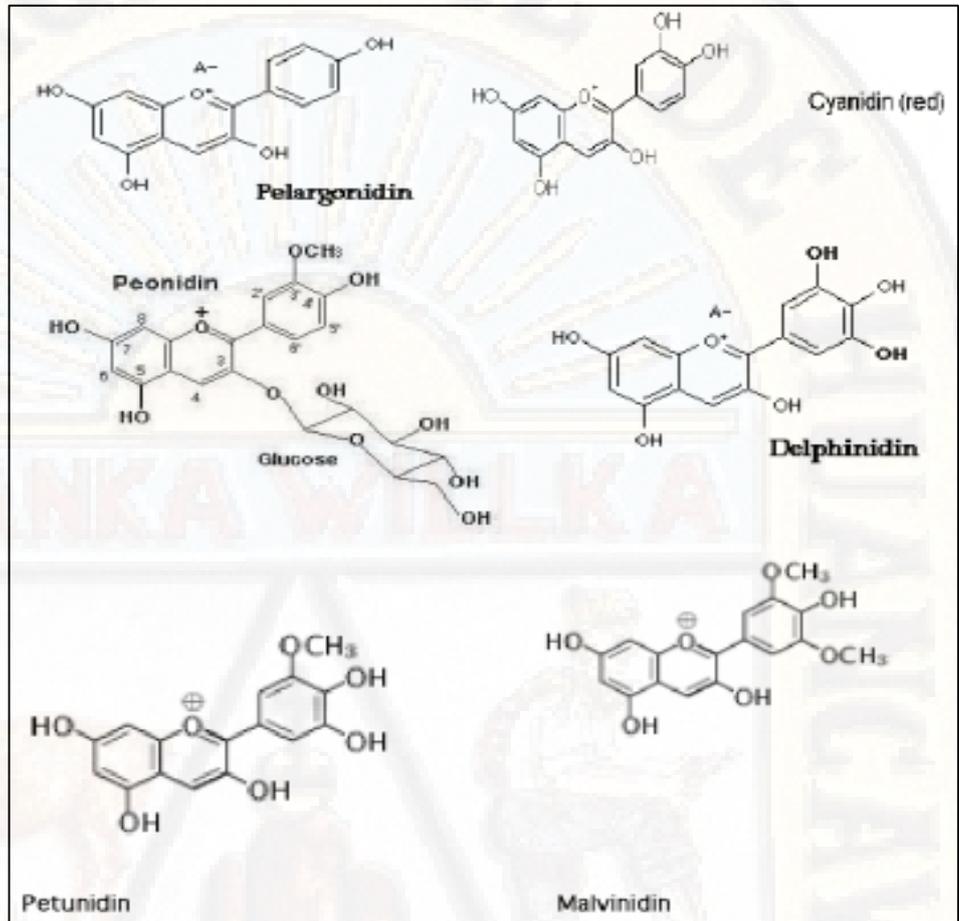


Figura 2: Estructura de las antocianinas más comunes.

2.2.5. 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 ambiente¹⁰.

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 fenol⁹.

❖ **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 hidroxilo⁷.

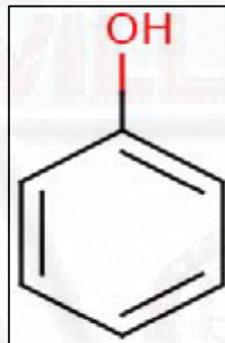


Figura 3: Estructura de un fenol

Los flavonoides son los polifenoles que poseen al menos 2 sub unidades fenólicas; los compuestos que tienen 3 o más subunidades fenólicas se denominan taninos⁹.

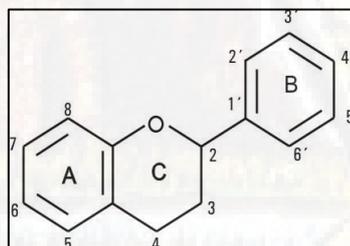


Figura 4: Estructura básica de los flavonoides.

Los flavonoides son derivados fenólicos sintetizados en cantidades substanciales por las plantas. Comprenden alrededor de 4000

compuestos identificados, son derivados hidroxilados, metoxilados y glicosilados de la 2-fenil-benzo y pirano, que consiste en dos anillos benceno combinados por mediación del oxígeno contenido en el anillo pirano. Estos compuestos poseen actividad antioxidante y capacidad para capturar radicales libres⁸.

La actividad antioxidante de los distintos grupos de compuestos depende de la estructura individual y del número de oxidrilos sustituyentes, así como del peso molecular. En los flavonoides, esta característica se asocia con la presencia en la molécula de grupos orto dihidroxi en el anillo B, un doble enlace entre el C₂ y C₃ en conjunto con la posición 4-oxo en el anillo C, y grupos 3-5 hidroxil, y la función 4-oxo en los anillos A y C⁷.

Los taninos o polifenoles poliméricos tienen mayor actividad antioxidante que los fenoles monoméricos simples¹⁰.

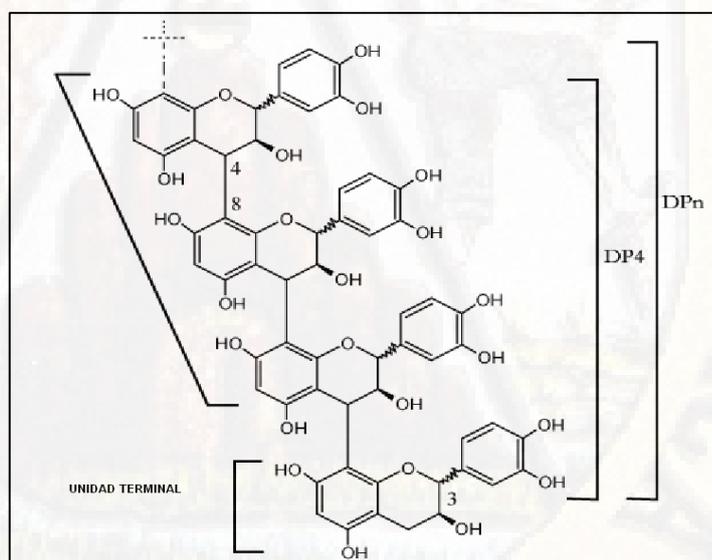


Figura 5: Taninos (polifenoles de catequina).

2.2.6. 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, estabilizándolos¹¹.

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 envejecimiento¹⁰.

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 , el betacaroteno, la vitamina 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 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 radioterapia⁹.

❖ **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)⁹.

En contraparte, un antioxidante es una sustancia que, en bajas cantidades, actúa previniendo o retardando la oxidación de materiales fácilmente oxidable como las grasa. 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 actúan¹⁰:

- Sobre los lípidos poliinsaturados de las membranas produciendo pérdida de fluidez y lisis celular como consecuencia de la peroxidación lipídica (PL).
- Sobre los glúcidos, actúan alterando las funciones celulares tales como las asociadas a la actividad de las interleucinas y la formación de prostaglandinas, hormonas y neurotransmisores.
- Sobre las proteínas produciendo inactividad y desnaturalización.
- Sobre los ácidos nucleicos mediante la modificación de bases
- produciendo mutagénesis y carcinogénesis.

2.3. Hipótesis

H_a: El tiempo de almacenamiento post cosecha influye directamente en el contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de la mashua morada.

H_o: El tiempo de almacenamiento post cosecha no influye directamente en el contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de la mashua morada.

2.4. Definición de términos

2.4.1. Variedades

Grupo de plantas cultivadas dentro de una especie que se distingue del otro grupo por uno o varias características que cuando se reproducen mantienen estas características distintas.

2.4.2. Accesión

Una muestra de una variedad, línea o población en cualquier de sus formas reproductivas como por semilla, corno tubérculo, estacas etc.

2.4.3. Descriptor

Es la base única para la descripción desde un punto de información y puede asumir diferentes valores.

2.4.4. Muestreo

Colección de variantes para representar la gama de variabilidad genética disponible de una población.

2.5. Definición operativa de variables e indicadores

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Variable independiente ▪ Tiempo de almacenamiento post cosecha	▪ Meses (0,1, 2, 3) ▪ T de 17° C y HR de 87,5 %	▪ Calendario ▪ Hidrómetro
Variable dependiente ▪ Antocianinas totales ▪ Polifenoles totales ▪ Capacidad antioxidante	▪ Antocianinas (mg/g) ▪ Polifenoles (mg/g) ▪ Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol/g}$)	▪ pH Diferencial ▪ Folin-Ciocalteu ▪ DPPH*

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y nivel de Investigación

La investigación es aplicada porque busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías al igual busca conocer para hacer, para actuar y fue a nivel descriptivo correlacional.

3.2. Método de Investigación

Se usó el método hipotético deductivo o/y científico

a. Almacenamiento de post cosecha

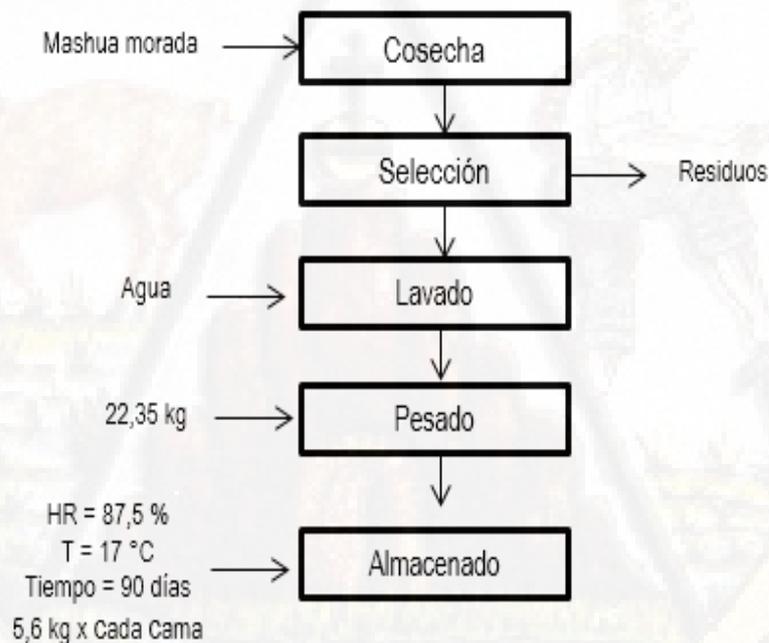


Figura 6. Diagrama de flujo de almacenamiento de post cosecha

Procedimiento:

- ❖ **Cosecha:** Se cosechó la mashua morada especialmente sembrada para la investigación con las herramientas correspondientes en el CP. de Chuñunapampa del distrito de Yauli – Huancavelica.
- ❖ **Selección:** Consistió en separar los tubérculos buenos a un recipiente y los tubérculos malogrados, hongoeados, picados a otro recipiente.
- ❖ **Lavado:** El lavado del tubérculo nos permitió eliminar todo tipo de impurezas con agua en un recipiente.
- ❖ **Pesado:** Una vez que la mashua morada están secas y limpias, se pesó los 22,35 Kg en una balanza para su almacenamiento.
- ❖ **Almacenado:** El tubérculo se almacenó en un ambiente controlando la humedad de 87,5 % de HR con un hidrómetro con temperatura promedio de 17 °C, diseñado de 1 x 0,5 x 1 m de cuatro niveles considerando a cada nivel una cama de 1 x 0,5 x 0,23 m donde se puso 5,6 Kg por cama y se instaló un hidrómetro para controlar la humedad relativa del ambiente durante su almacenamiento hasta los 90 días.

b. Evaluación de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante

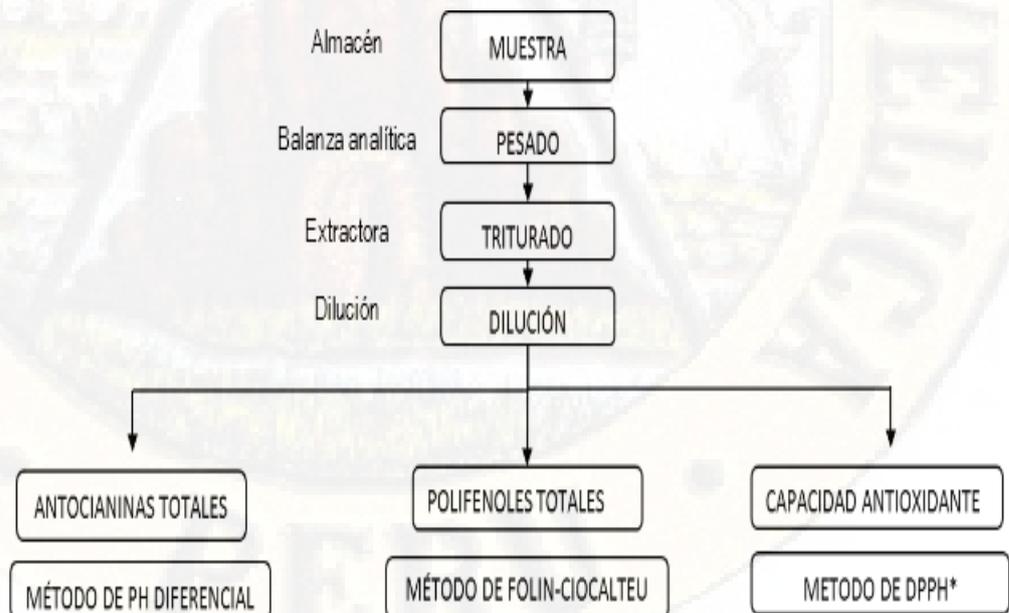


Figura 7. Diagrama de flujo de evaluación de compuestos bioactivos

c. Determinación de antocianinas totales

Preparación del extracto de la mashua morada

Se cogió unidades de mashua en forma al azar para cada análisis durante los tres meses, posteriormente se le extrae el jugo con extractora industrial, finalmente se realizó una dilución de 10 ml de muestra en 100 ml de H₂O para el análisis respectivo.

Método de pH diferencial

A la muestra directa de la mashua morada se les determinó el contenido de antocianinas totales por el método de pH diferencial. Se prepararon dos diluciones diferentes de las muestras, una con el buffer de cloruro de potasio, pH 1,0 (0,025 M) y otra con el buffer de acetato de sodio, pH 4,5 (0,4 M); teniendo las dos muestras se realizó posteriormente una dilución de 100 µl de extracto con 2 ml de buffer de pH 1,0 de tres repeticiones para cada análisis, de igual manera si realizó una dilución de 100 µl de extracto con 2 ml de buffer de pH 4,5 finalmente se realizó una lectura de absorbancia a 510 y 700 nm en el espectrofotómetro. La concentración de antocianinas fue calculada mediante la siguiente Ecuación 1:

$$\text{concentración} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{A}{\epsilon \cdot L} \times 10^3 \times MW \times \text{Factor de dilución}$$

d. Determinación de polifenoles totales

Se realizó una dilución de 5 ml de muestra en 50 ml de H₂O, obteniendo la dilución original posteriormente se realizó una dilución de 50 µl de extracto y 0,25 ml de Reactivo Folin con 2 ml de H₂O destilada de tres repeticiones para cada análisis, luego se dejó de reposar por tres minutos, a la seguida se le adicióno 0,25 de solución de carbonato de calcio, finalmente se dejó de reposar por 30 minutos y a la seguida se realizó una lectura de absorbancia a 750 nm en el espectrofotómetro.

La técnica empleada fue la de Folin – Ciocalteu, y para la cual se construyó una curva de calibración de ácido gálico (Cuadro) usando una solución patrón de ácido gálico 2000 µg/ml (50 mg (0,05 g) en 25 ml de agua destilada), se

preparó una curva de calibración de ácido gálico de 20 a 500 µg/ml, para ello se diluyó la solución madre a 10 ml que se encuentra en la Tabla con agua destilada.

Curva de calibración de ácido gálico			
Tubo N°	Concentración µg /ml	Volumen solución patron (ml)	Volumen agua destilada (ml)
1	20	0,1	9,9
2	50	0,25	9,75
3	80	0,4	9,6
4	100	0,5	9,5
5	300	1,5	8,5
6	500	2,5	7,5

Luego se procedió de la misma manera que se trabajó anteriormente (mismo volúmenes de reactivo de Folin Ciocalteu y carbonato de sodio 7 %)

Se les trató cada tubo de la curva patrón como si fueran muestras de extractos de mashua, por ello se debe utilizar el mismo volumen de los extractos que se utilizó anteriormente para la determinación.

Para la cual se construyó una curva de calibración de ácido gálico usando una solución patrón de ácido gálico 2000 µg/ml, se preparó una curva de calibración de ácido gálico de 20 a 500 µg/ml, las soluciones fueron evaluadas a una absorbancia a 750 nm, el comportamiento de este se observa en el Anexo 01; Grafica 12.

Aplicando la siguiente formula:

$$\text{Concentración de polifenoles} = \frac{\text{Abs}_{750} - a}{b} \times \text{Dilusión de la muestra}$$

e. Determinación de capacidad antioxidante

Preparación de radical de DPPH-

Se pesó 2,4 mg de DPPH* en una fiola aforado previamente tarado y se disolvió en 100 ml de metanol al 80 %, la solución se agito por 40 minutos. La fiola se cubrió con papel aluminio como protección contra luz.

Método de DPPH-

Se realizó una dilución de 5 ml de muestra en 50 ml de H₂O, obteniendo la dilución original posteriormente se realizó una dilución de 100 µl de extracto y 3,9 de la solución de DPPH* de tres repeticiones para cada análisis, finalmente se dejó de reposar en un lugar oscuro por 30 minutos, a la seguida se realizó una lectura de absorbancia a 515 nm en el espectrofotómetro.

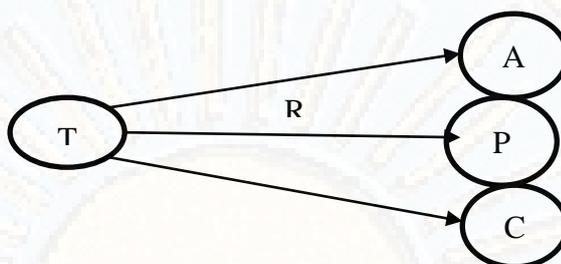
Preparación de solución de trolox

Se preparó una solución madre o patrón de trolox 0,2 mM (PM=250,29 g/mol), luego se pesó 5 mg (0,005 g) y se le colocó en una fiola de 100 ml para obtener diluciones de 0,02 a 0,2 M (volumen final 1000 µl), de acuerdo a la siguiente tabla, todo ello se realizó en tubos de 5 o 10 ml.

Tubo N°	Volumen solución Patron trolox (µl)	Volumen Metanol (µl)	Concentración final (mM trolox)
1	0	1000	0
2	100	900	0,02
3	200	800	0,04
4	400	600	0,08
5	600	400	0,12
6	800	200	0,16
7	1000	0	0,2

3.3. Diseño de Investigación

En el trabajo de investigación se condujo con el diseño descriptivo correlacional y la prueba por significancia estadística de Pearson.



DONDE:

- ❖ T= Tiempo de almacenamiento
- ❖ A = Antocianinas
- ❖ P = Polifenoles totales
- ❖ C = Capacidad Antioxidante
- ❖ R = Correlación de Pearson entre la Variable independiente y Variable dependiente

Estos se presentan como se muestra en la siguiente Tabla:

Tiempo (meses)	Antocianinas	Polifenoles	Capacidad Antioxidante
0	x	x	x
1	x	x	x
2	x	x	x
3	x	x	x

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población:

Se utilizó la mashua morada procedente del Centro Poblado de Chuñunapampa del distrito de Yauli – Huancavelica.

3.4.2. Muestra:

22,35 Kg de mashua morada divididos en 5,6 Kg por cada cama de almacén

3.4.3. Muestreo:

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

3.4.4. Unidad experimental

Cada unidad de mashua morada.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Recolección de datos
Clasificación de mashua morada	▪ Manual. ▪ Balanza digital.	▪ Mashua almacenado 22,35 Kg
Recolección de información.	▪ Libros. ▪ Boletín. ▪ Formatos impresos. ▪ Proyectos de investigación	▪ Antocianinas totales ▪ Polifenoles totales ▪ Capacidad antioxidante
Determinación de antocianinas totales	▪ Diferencial de pH	▪ Evaluación del contenido de antocianinas totales
Determinación de polifenoles totales	▪ Método Folin- Ciocalteu	▪ Evaluación del contenido de polifenoles totales
Actividad antioxidante	▪ Test de DPPH*	▪ Capacidad antioxidante

a. Equipos, materiales y reactivos

Equipos

- Espectrofotómetro
- Balanza de presión
- Extractora industrial

Materiales de laboratorio

- Hidrómetro
- Termómetro
- Vaso de 100 ml
- Vasos de 500 ml
- Micro pipeta de 1 a 100 μ l
- Micro pipeta de 100 a 1000 μ l
- Pipeta de 5 ml
- Pipeta de 1 ml

Reactivos

- Acetato de sodio
- Ácido clorhídrico
- Cloruro de potasio
- Ácido gálico
- Reactivo de Folin-Ciocalteu
- Metanol
- Trolox
- Carbonato de calcio
- Agua destilada

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La técnica de procesamiento de datos fue mediante la estadística de carácter inferencial, descriptivo - correlacional y los análisis que se realizó en el presente trabajo de investigación es la concentración de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante que se realizó con el equipo Espectrofotómetro.

CAPITULO IV RESULTADOS

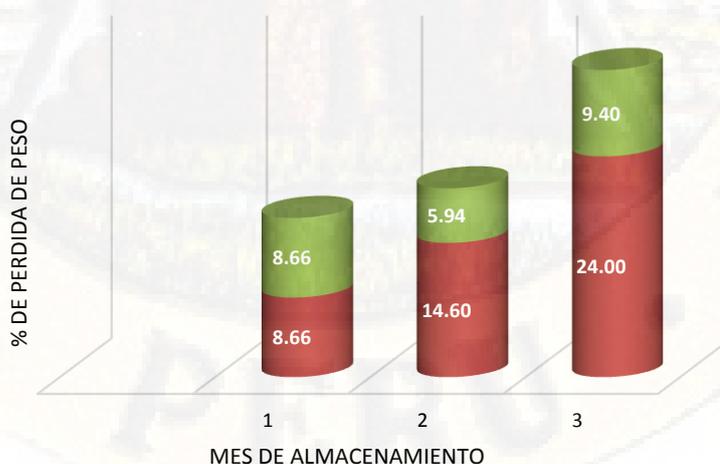
4.1. Presentación de datos

Se trabajó con tubérculos de mashua morada sembrados exclusivamente para el proyecto en el centro poblado de Chuñunapampa del distrito de Yauli de la provincia de Huancavelica, los cuales fueron almacenadas en un ambiente de HR de 87,5 % a una temperatura de promedio de 17° C. Las curvas patrón necesarias para los cálculos de los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante, son mostradas en el Anexo 02, los resultados experimentales de las cuatro repeticiones se presentan en el Anexo 03, en dicho anexo se muestran los resultados de los valores de pérdida de peso, el contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante.

4.1.1. Pérdida de peso

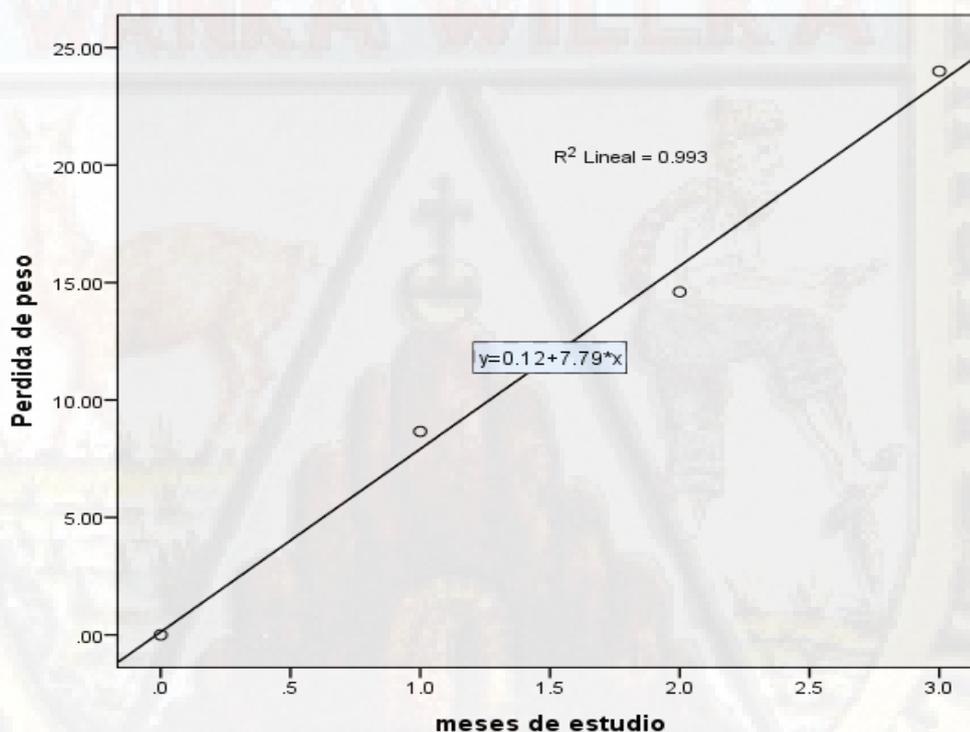
La pérdida de peso se desarrolló más en el último mes equivalente de 61 a 90 días donde se perdió un 9,40 %, seguido del 1 a los 30 días donde encontró una pérdida de 8,66 % como se muestra en la Grafico 1.

Grafica 1. Pérdida de peso por mes



Para poder evaluar la influencia del tiempo de almacenamiento en la pérdida de peso se planteó la hipótesis nula el tiempo de almacenamiento no tiene una relación directa con la pérdida de peso durante el almacenamiento de la mashua morada. Esta se responde con la prueba de significancia de Pearson donde la significancia $p < 0,05$ asociación lineal y una r de 0,997 rechazando la hipótesis nula. En la Gráfica 2. Se puede observar la pérdida de peso que tienen una fuerte correlación con el tiempo que pasa desde el momento de instalado el proyecto hasta la culminación de esta, mostrando un valor r^2 alto que indica una relación relativamente alta.

Grafica 2. Pérdida de peso de la mashua morada



En la Tabla 5. Se presenta el comportamiento de pérdida de peso promedio de cuatro repeticiones evaluadas durante 90 días, la instalación se realizó inmediatamente cosechada, la evaluación obtuvo una correlacional de 0,9846 con respecto al tiempo.

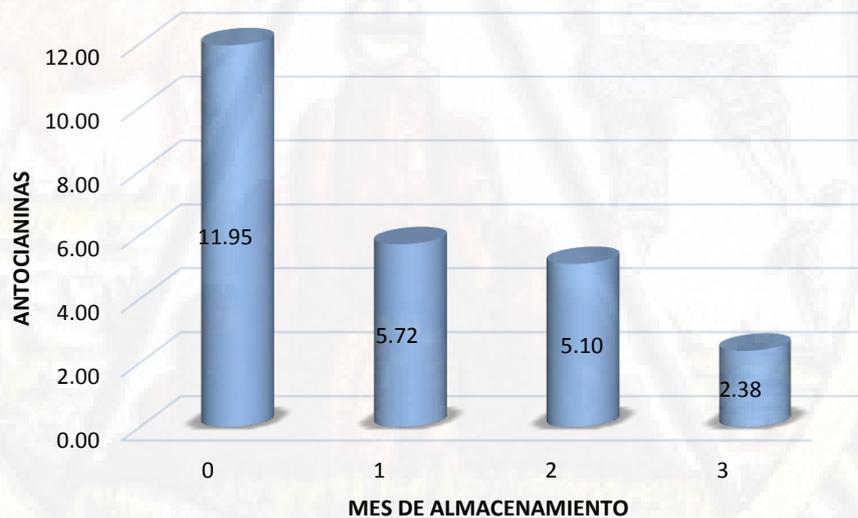
Tabla 5. Pérdida de peso de la mashua durante el almacenamiento

Mes	Pérdida de peso %	Desviación estándar	N° de brotes	Promedio	Promedio
0	-	0	0	87,5 %	17 °C
1	8,66	0,395	0	87,5 %	17 °C
2	14,60	1,312	3	87,5 %	17 °C
3	24,00	1,520	8	87,5 %	17 °C

4.1.2. Antocianinas totales

Durante el almacenamiento se pudo observar un descenso con respecto al del primer día de almacenado encontrando que durante los días de 30 a 60 días se encontró un descenso mínimo con respecto a los primeros 30 días, que será nuestro punto de análisis según la Gráfica 3. Que se presenta el comportamiento de las antocianinas durante el almacenamiento.

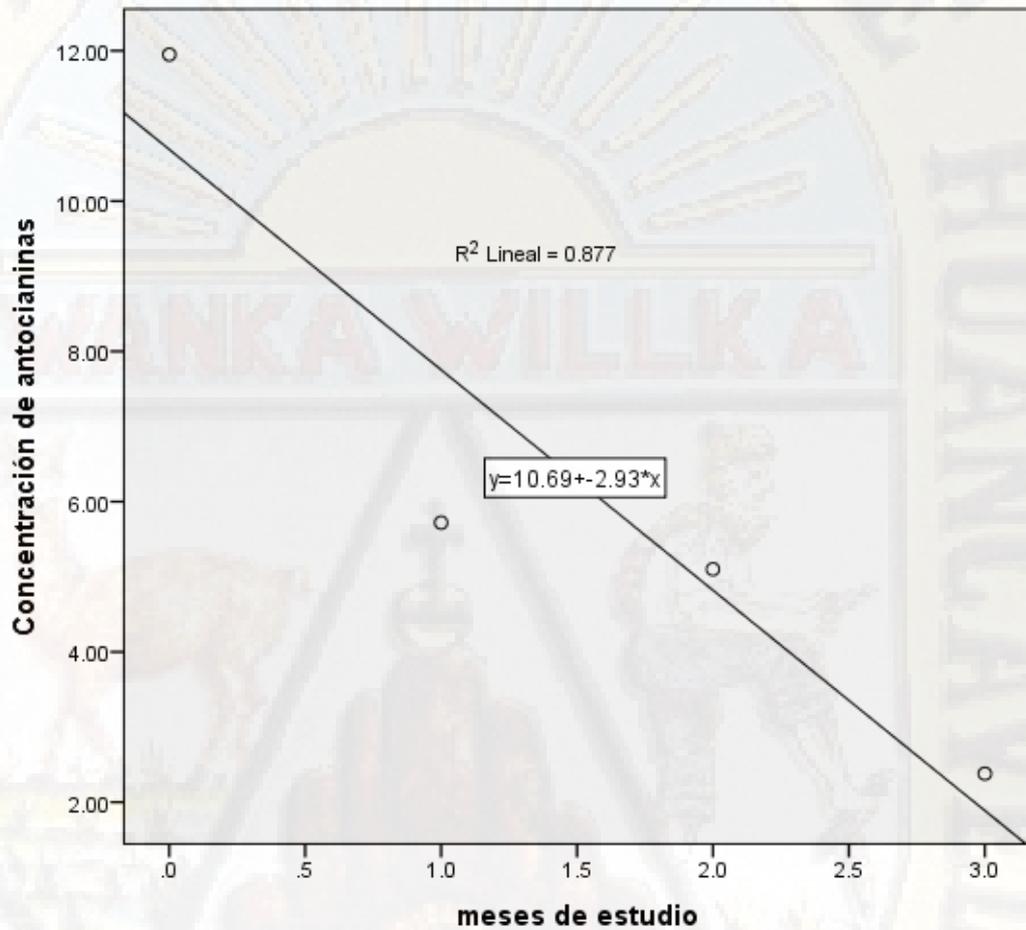
Gráfica 3. Concentración de antocianinas en mg/g durante el almacenamiento



Las antocianinas se degradan de acuerdo al tiempo que permanece almacenada según la Gráfica 4 donde se puede observar la degradación de acuerdo al tiempo que tienen esta afirmación puede comprobarse con el análisis de Pearson donde se obtuvo una r de $-0,936$ fuerte correlación

negativa con el tiempo que pasa almacenado, estas dos variables de tiempo de almacenamiento y concentración son independientes una de otra respalda según la significancia de Pearson ($p > 0,05$) ausencia de asociación lineal.

Grafica 4. Tendencia de antocianinas con respecto al tiempo de almacenamiento



En la Tabla 6: Se presenta el comportamiento de las antocianinas totales almacenadas en promedio a una temperatura de 17 °C y una Humedad relativa de 87, 5 % evaluadas durante 90 días por lo que a medida que pasa el tiempo hay una pérdida de antocianinas.

Tabla 6. Antocianinas totales en mg/g

Mes	Promedio	DS
0	11,946	0,689
1	5,7160	0,574
2	5,0966	0,193
3	2,3846	0,035

4.1.3. Polifenoles totales

Se realizó el ensayo de polifenoles totales conocido como Folin Ciocalteau (FC) de los datos obtenidos por el espectrofotómetro a 750 nm. En el estudio realizado se encontraron diferencias estadísticas en el tiempo de almacenamiento de las muestras. En la Gráfica 5. Se observa que los polifenoles después de 30 días incremento en un 59,84 % siendo uno de los resultados más significancia durante el almacenamiento a una temperatura de 17 °C y una Humedad Relativa de 87, 5 % evaluadas durante 90 días.

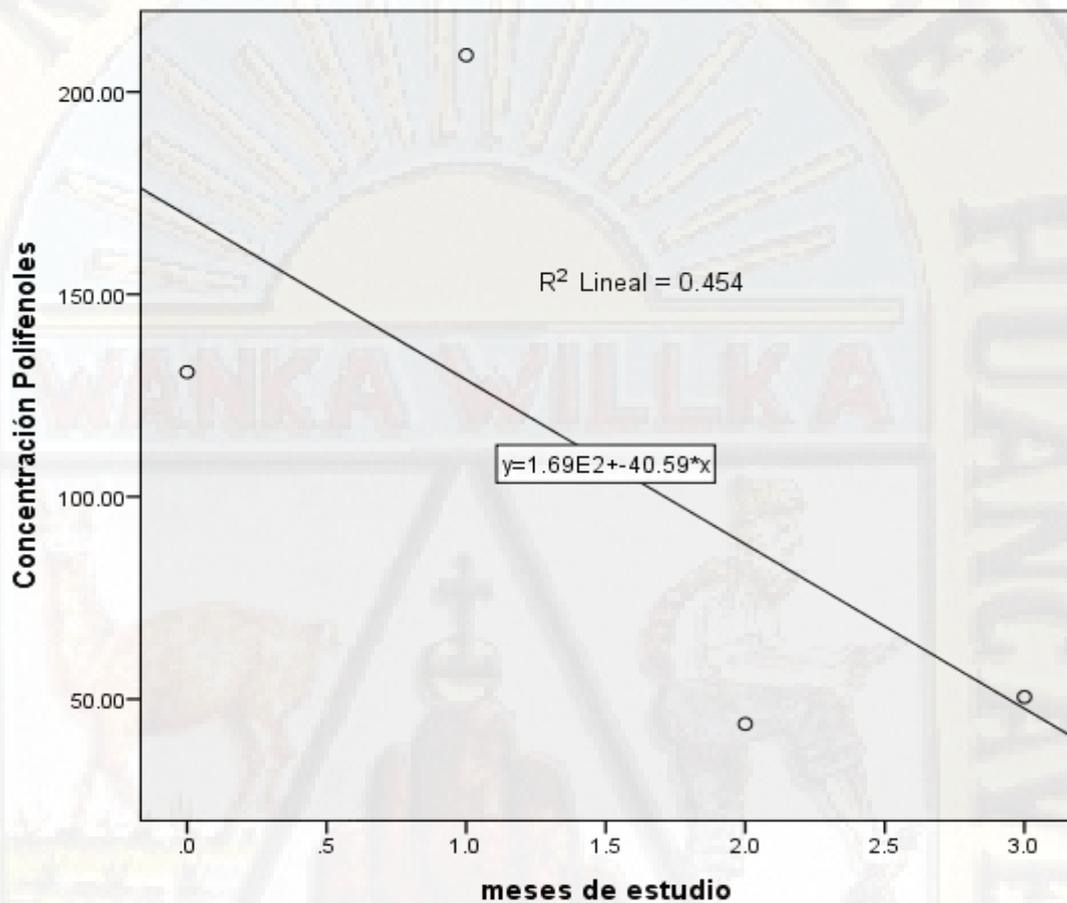
Grafica 5. Tendencia de la concentración de polifenoles mg/g durante el almacenamiento



El comportamiento de los polifenoles durante el almacenamiento es descendiente a medida que pasa el tiempo esta afirmación es respalda con la correlacional de Pearson de $r=0,674$ según la prueba de significancia las

variables tiempo de almacenamiento y concentración de polifenoles ($p > 0,05$) ausencia de asociación lineal entre estas dos variables.

Grafica 6. Tendencia de Polifenoles con respecto al tiempo de almacenamiento



La mashua morada cosechada recientemente contienen $130,79 \text{ mg.g}^{-1}$ de polifenoles después de 30 días de almacenamiento la mashua produce mayor concentración de polifenoles en un promedio de $59,84 \%$ a los 60 días de almacenamiento la concentración de antocianinas es degradada perdiendo $33,55 \%$ al cabo de 90 días la mashua ha generado polifenoles con respecto al de los 60 días $15,17 \%$, estos datos son representados en la Tabla 7.

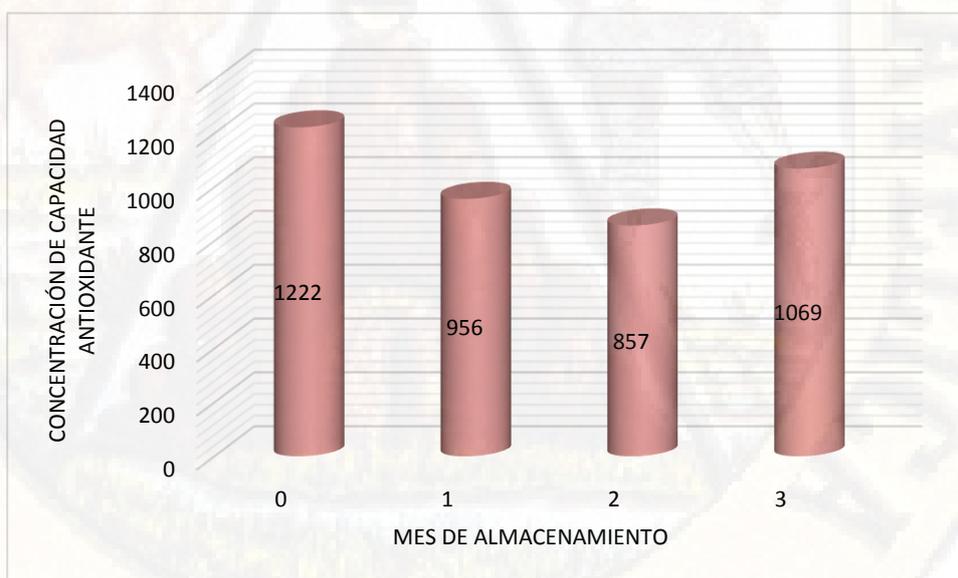
Tabla 7. Polifenoles totales en mg/g

Mes	Promedio	DS
0	130,79	0,43
1	209,06	2,26
2	43,88	2,38
3	50,54	1,86

4.1.4. Capacidad antioxidante

La concentración de la capacidad de antioxidante al inicio del proyecto fue de 1222 $\mu\text{mol/g}$ degradándose hasta el día 60 de almacenamiento 29,85 % al culminar el proyecto la evaluación a los 90 días se apreció un incremento de la capacidad de antioxidante con respecto al evaluado a los 60 días de almacenamiento dicho incremento fue de 24,73 %.

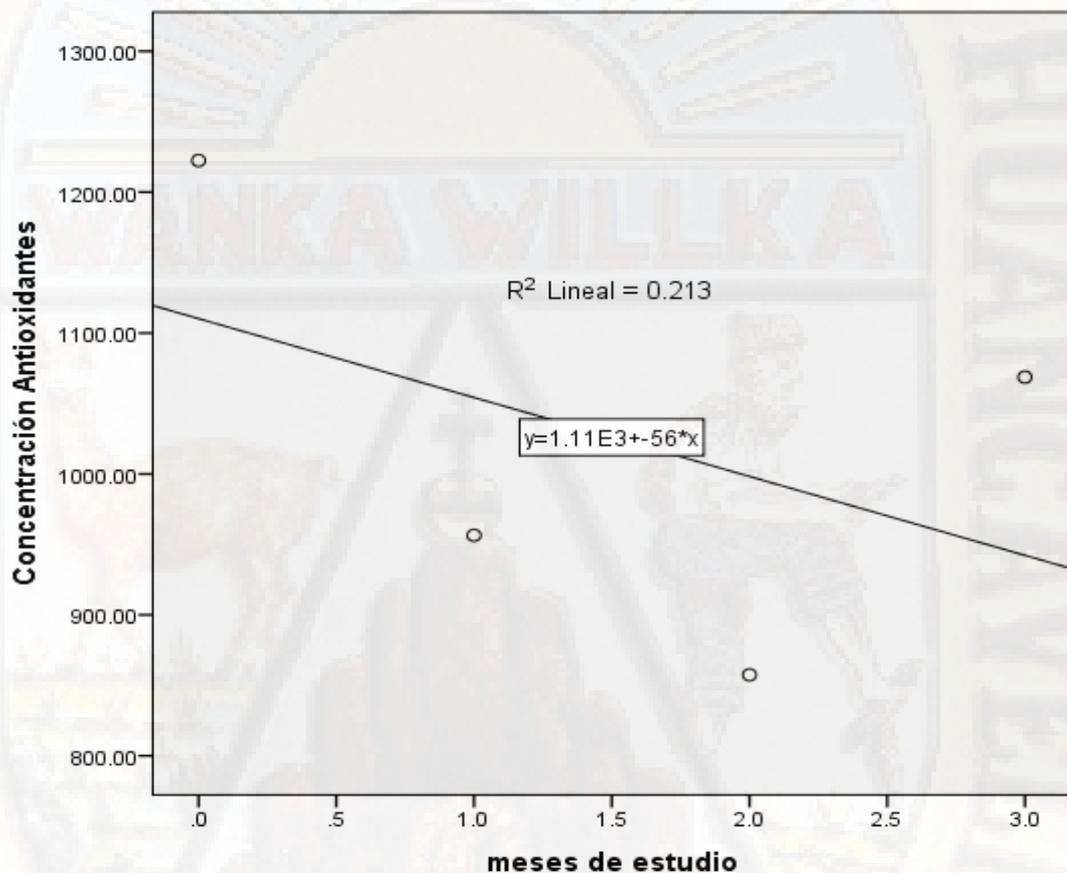
Grafica 7. Concentración de capacidad antioxidante en $\mu\text{mol/g}$ durante el almacenamiento



Para la evolución estadística del comportamiento de la capacidad antioxidante durante el almacenamiento se realizó la prueba de correlación de Pearson obteniendo -0,461 y la prueba de significancia de 0,539 demostrando la ausencia de asociación lineal afirmando que la tendencia es

a disminuir con el tiempo de almacenamiento y que las variables de tiempo de almacenamiento y la concentración de capacidad antioxidante son independientes con baja correlación entre estas, estos resultados se aprecian en la Gráfica 8.

Grafica 8. Tendencia de la capacidad de antioxidante con respecto al tiempo de almacenamiento



En la Tabla 8: Se presenta el comportamiento de los polifenoles totales almacenadas en promedio a una temperatura de 17 °C y una Humedad relativa de 87, 5 % evaluadas durante 90 días por lo que a medida que pasa el tiempo hay una variación de disminución culminado con un marcado ascenso de la concentración de capacidad antioxidante.

Tabla 8. Capacidad antioxidante $\mu\text{mol/g}$

Mes	Promedio	DS
0	1222,43	1,53
1	956,43	6,66
2	857,43	5,51
3	1068,76	2,52

4.1.5. Correlación de capacidad antioxidante y polifenoles totales

La concentración de la capacidad antioxidante y los polifenoles evaluados durante el almacenamiento de mashua morada a una temperatura promedio de $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una HR de 85 % se puede apreciar un comportamiento casi semejante entre estas dos variables debido a que mostraron un incremento en la concentración en un determinado tiempo como también hay una degradación de estos en un determinado tiempo de almacenamiento.

Grafica 9. Comparación de la concentración de capacidad antioxidante y polifenoles

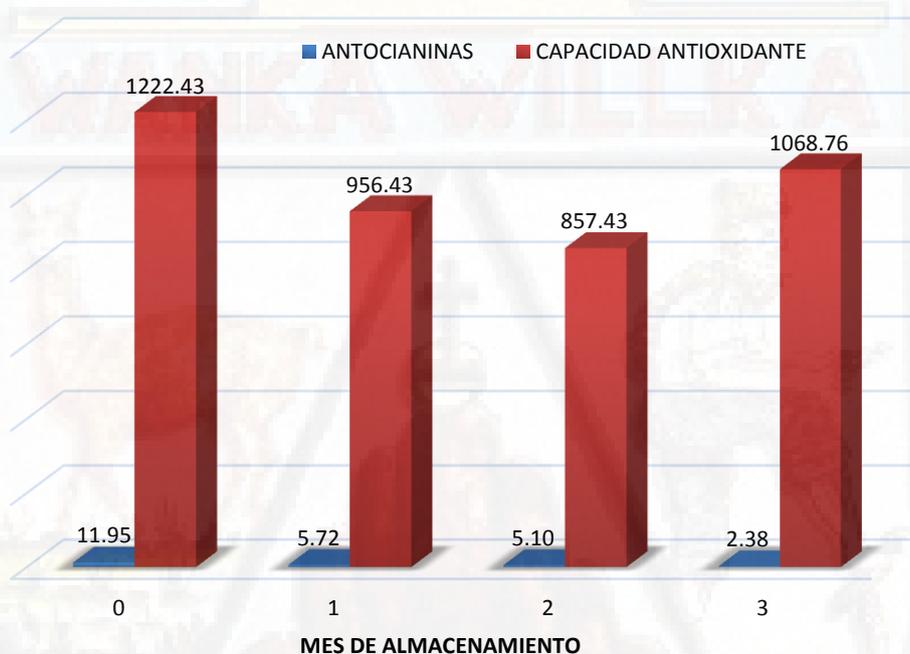


Evaluando estadísticamente la correlación de Pearson 0,159 que es una asociación baja y una prueba de significancia de 0,841 donde las variables presentan ausencia correlativa lineal entre estas dos variables durante el almacenamiento.

4.1.6. Correlación de capacidad antioxidante y antocianinas

La concentración de la capacidad antioxidante y las antocianinas evaluados durante el almacenamiento de mashua morada a una temperatura promedio de 17 °C y una HR de 85 % según la evaluación de la correlación estadística de Pearson con una r de 0,377 teniendo una correlación baja entre estas dos variables, la prueba de significancia ($p > 0,05$) concluyendo que las dos variables presentan una ausencia de correlación lineal.

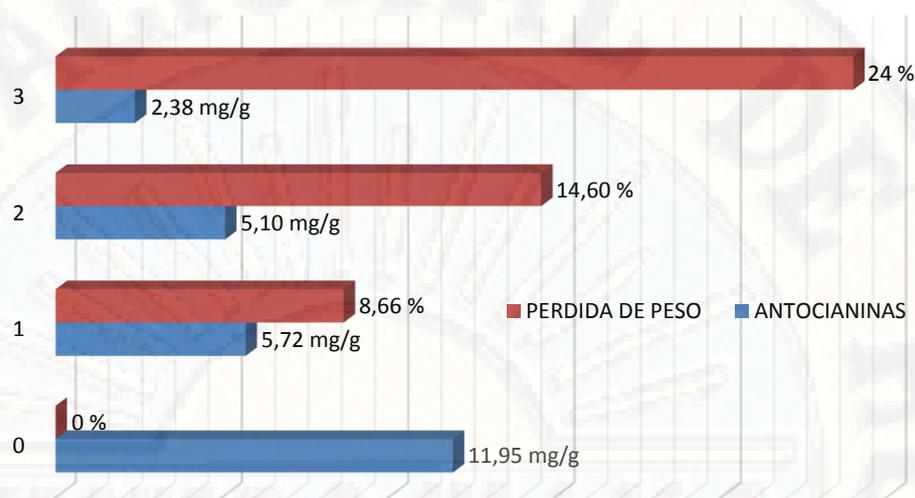
Grafica 10. Comparación de la concentración de capacidad antioxidante y antocianinas



4.1.7. Correlación de antocianinas y pérdida de peso

La evaluación de la correlación entre la pérdida de peso y la concentración de antocianinas durante el almacenamiento por 90 días, según la correlacional de Pearson con una r de -0,947 y una prueba de significancia de ($p > 0,05$), se puede observar que hay una correlación negativa entre las variables y que no tienen una correlación lineal entre estas dos variables.

Grafica 11. Comparación de la concentración de antocianinas y pérdida de peso



4.2. Análisis de datos

a. Pérdida de peso

Durante el estudio realizado se observó la pérdida de peso de los tubérculos de la mashua a los 90 días de almacenamiento en promedio se perdió 24 % en condiciones de 87 % de HR y a una temperatura de promedio de 17 °C, mismo comportamiento encontró Aliaga *et al.*¹² a los 90 días de almacenamiento de ollucos en cajas de cartón se perdió en promedio 37,35 % de pérdida de peso por respiración y evaporación durante el almacenamiento en condiciones de 85 % de HR y promedio de temperatura de 15 °C. Después de la cosecha de los tubérculos se da una pérdida gradual de la dormancia donde el tubérculo cumple una doble función al desempeñarse como órgano de almacenamiento y de propagación (citado por Rodríguez y Moreno¹³). El periodo de dormancia depende del genotipo, las condiciones ambientales pre y post cosecha, la madurez del tubérculo al momento de la cosecha y los daños mecánicos presentados durante el crecimiento y el almacenamiento; los factores en post cosecha son temperatura de almacenamiento, cantidad y tipo de luz, sanidad y manejo de los tubérculos (citado por Rodríguez y Moreno¹³). Las pérdidas de peso son incontrolables y tienen relación con la respiración y el brotamiento de los tubérculos¹⁴. La pérdida de peso estuvo influenciada por la respiración del

tubérculo ascendiendo la temperatura el ambiente y la ausencia de un intercambio de aire durante el almacenamiento acompañado por el periodo de finalización de la dormancia con inicios de brotamiento de los tubérculos de la mashua asociando significativamente a la pérdida de peso.

b. Antocianinas totales

Las antocianinas están asociadas significativamente ($p > 0,05$) al periodo de almacenamiento post cosecha del tubérculo de la mashua, según Guzmán *et al.*¹⁵ las antocianinas se degradan durante el almacenamiento y procesamiento por factores como luz y temperatura. Durante el almacenamiento por 90 días se pudo observar que se pierde en promedio 9,5614 mg/g equivalente a un 80 % de antocianinas, asimilar comportamiento encontró chirinos *et al.*¹⁶ donde menciona la pérdida de antocianinas alcanzó durante el almacenamiento en promedio de 70 % equivalente 6,09 mg/g de la variedad DP 0224 reducción durante el almacenamiento por 35 días con promedio de 10 h expuesto al sol con promedio de temperatura de 20 °C afectado la rápida disminución de la antocianina y la degradación por efecto de foto blanqueamiento, oxidación o una combinación de estos. El pH tiene un efecto importante en la degradación del contenido de antocianinas y dicha degradación se hace menor a bajos valores de pH¹⁷. La pérdida de las antocianinas en nuestra investigación no se considerarán los factores mencionados por los autores debido a que se controló la temperatura, entrada de luz dejando de lado el pH que por condiciones controladas se dejara de lados este factor considerando que la degradación podría darse por presencia de enzimas propias de la mashua (citados por Zapata *et al.*¹⁸) debido a la presencia de enzimas como polifenol oxidasa, peroxidasa y β -glucosidasas; las que pueden causar una rápida oxidación de las antocianinas.

c. Polifenoles totales

La concentración de polifenoles es independientemente ($p > 0,05$) del tiempo de almacenamiento del tubérculo, la mashua morada durante los 30 primeros días de almacenamiento la concentración aumentó en 78,27 mg/g equivalente 59,84

% con respecto al inicio del almacenamiento, al cabo de los 60 días presento una reducción considerable de 165,18 mg/g equivalente 70 % con respecto a los 30 días de almacenamiento, a los 90 días de almacenamiento presento un ligero incremento de 6,66 mg/g equivalente 15 % con respecto a los 60 días de almacenamiento, datos similares encontró chirinos *et al*¹⁶ durante el almacenamiento post cosecha por 35 días de la mashua de variedad M6COL2C, DP 0223, DP 0203 en promedio incremento 15 mg/g de polifenoles, la variedad morados DP 0224 y AGM 5109 contenido fenólico total aumentado entre 0 y 14 días para DP 0224 aumentó 1,776 mg/g equivalente a 12 % y para AGM 5109 aumentó 8,88 mg/g equivalente a 64 % disminuyendo en contenido fenólico después de 14 días, la variedad que perdió más polifenoles es AGM 5109 en promedio de 6,68 mg /g equivalente 29 %. Un factor del comportamiento de los polifenoles (citado por Peña *et al*.¹⁹) las condiciones ambientales afectaron el contenido de fenólicos totales, estos aumentos pueden ser inducidos cuando los factores de estrés están presentes degradándose después por las enzimas involucradas en las rutas de biosíntesis de los compuestos fenólicos como son la polifenoloxidasas o peroxidasas. La mashua morada después de su cosecha siguen con un proceso biológico como la respiración y transpiración debido a estos procesos, los cambios fisiológicos y químicos están en constante cambio por lo que la mashua paso por diferentes estados conllevando a un estrés, la disminución de estas podría deberse a que podrían estar malográndose por estar almacenados en un ambiente con HR alta facilitando su descomposición²⁰.

Según los factores explicados por los autores podríamos explicar el comportamiento de la concentración de los polifenoles debido a almacenamiento en ambiente con HR de 87,5 %, la respiración, transpiración y el periodo de culminación de dormancia del tubérculo favorecen a la degradación de los polifenoles durante el almacenamiento post cosecha del tubérculo.

d. Capacidad antioxidante

Durante la evaluación de la capacidad antioxidante durante el almacenamiento post cosecha de la mashua se encontró que el tiempo de almacenamiento no está asociado ($p > 0,539$) a la concentración de capacidad antioxidante, reportando un descenso considerable de 365 $\mu\text{mol/g}$ equivalente a 29,87 % a los 60 días de almacenamiento a los 90 días se observó un aumento en la concentración de capacidad antioxidante de 212 $\mu\text{mol/g}$ equivalente a 24,74 % con respecto a los 60 días de almacenamiento, este comportamiento son coincidentes con lo reportado por Chirinos *et al.*¹⁶ donde menciona durante el almacenamiento la variedad DP 0224 aumentó en promedio 92,5 $\mu\text{mol/g}$ equivalente 37 % a los 14 días, seguido de una disminución gradual de 47,95 $\mu\text{mol/g}$ equivalente 14 % a los 35 días y mientras que ARB 5241 disminuyó en promedio 176 $\mu\text{mol/g}$ con respecto al primer día de almacenamiento equivalente en 40 % al final del período de almacenamiento, cultivares amarillos de mashua con bajo contenido de capacidad antioxidantes mostró un aumento equivalente a 28 % durante la toma del sol almacenamiento de 35 días, factores que contribuyen al comportamiento podrían estar como grado de estrés mecánico y biológico, a la exposición a la luz y a la disponibilidad de oxígeno.

Después de la cosecha los tubérculos de la mashua siguen realizando procesos biológicos hasta culminar su periodo de dormancia donde se aprecian comportamientos de aumento de polifenoles (59,844 %) durante los primeros 30 días de almacenamiento y capacidad antioxidante desciende (29,869 %) durante los primeros 60 días de almacenamiento, no se encontró asociación ($p > 0,05$) entre los polifenoles y la capacidad antioxidante durante los 90 días de almacenamiento contrario ya que según Chirinos *et al.*¹⁶ los diferentes cambios observados en capacidad antioxidante hidrofílico estaría relacionada con el equilibrio entre la nueva síntesis de compuestos fenólicos bioactivos y la degradación de los demás aumentando después de la cosecha, producto de la oxidación de la célula membrana que formando complejos estables.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- ❖ La pérdida de peso total durante el almacenamiento post cosecha a condiciones de humedad relativa de 87,5 % y temperatura de 17 °C es de 24 % con mayor influencia entre los días de 60 a 90 equivalente al último mes con pérdida de 9,4 % por mes.
- ❖ El tiempo de almacenamiento post cosecha de la mashua morada en condiciones de temperatura de 17 °C y humedad relativa de 85 % influye en la disminución de la concentración de antocianinas hasta una reducción de 9,57 mg/g con mayor disminución entre los 30 primeros días de almacenamiento de 52,13 %.
- ❖ Durante los 30 primeros días de almacenamiento post cosecha de la mashua morada a condiciones de humedad relativa de 87,5 % y temperatura de 17 °C la concentración de polifenoles aumenta en 59,84 % disminuyendo después de los 31 a 60 días en un 79 % con ligero incremento hasta el último mes.
- ❖ El almacenamiento de la mashua morada en condiciones de temperatura de 17 °C y humedad relativa de 85 % influye en la concentración de la capacidad antioxidante disminuyendo en 29,86 % hasta los 60 días e incrementando entre los días de 61 a 90 equivalente al último mes en 24,65 %.

RECOMENDACIONES

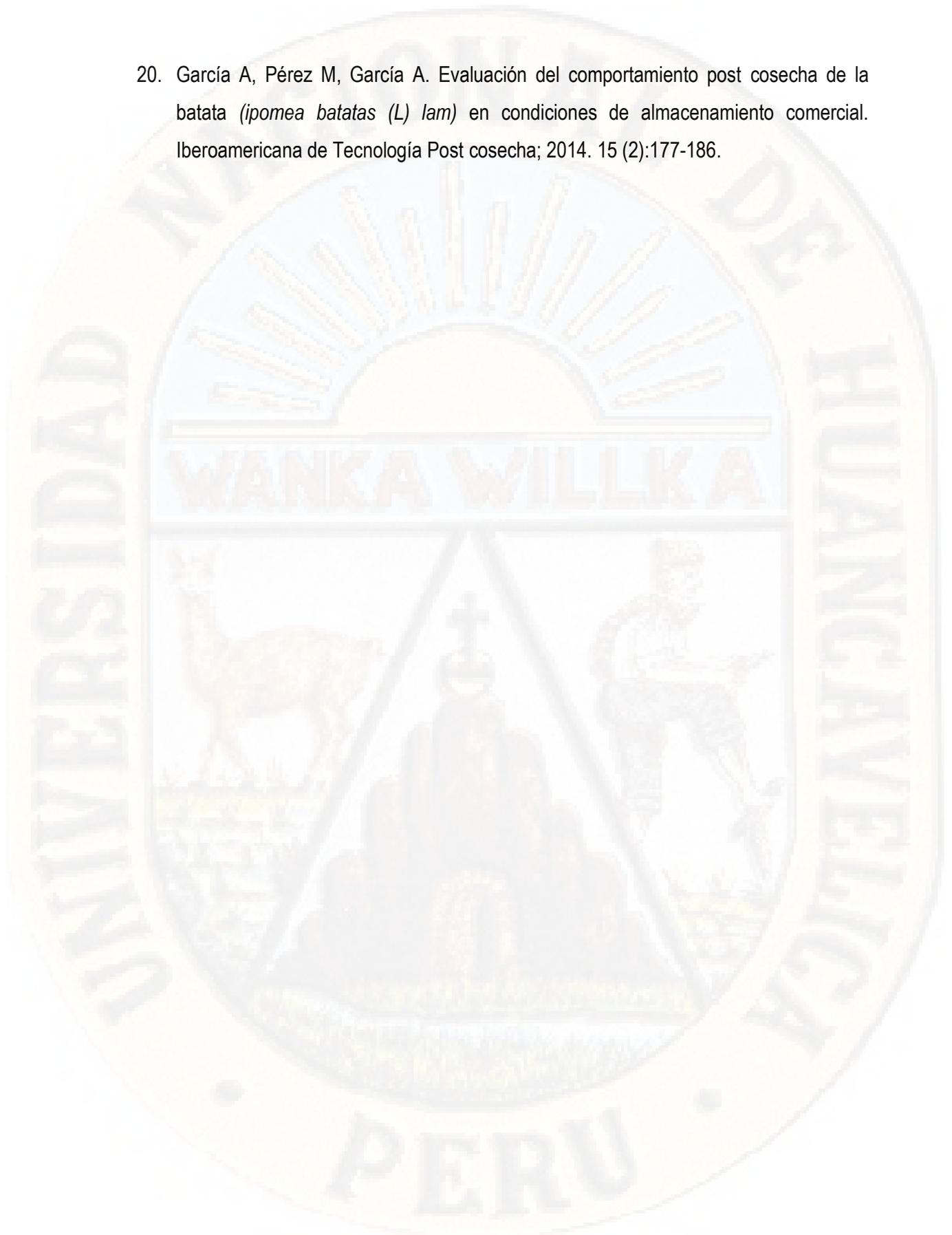
- ❖ Se recomienda hacer la evolución de la concentración de ácido ascórbico y la evaluación de pH durante el almacenamiento a las condiciones de humedad relativa de 87,5 % y una temperatura de 17 °C para poder explicar el comportamiento de la concentración de capacidad antioxidante y los polifenoles en la mashua morada almacenada post cosecha.
- ❖ Hacer un estudio correlacional entre la influencia de almacenamiento con influencia de luz solar y el almacenamiento con ausencia considerando las variables de concentración de antocianinas, polifenoles, capacidad antioxidante, concentración de ácido ascórbico y evaluación de pH para explicar el comportamiento las variables de bioactivos.
- ❖ Para la utilización de la mashua morada se debe de realizar un almacenamiento en promedio de 90 días para aprovechar la concentración de antocianinas y capacidad antioxidante.

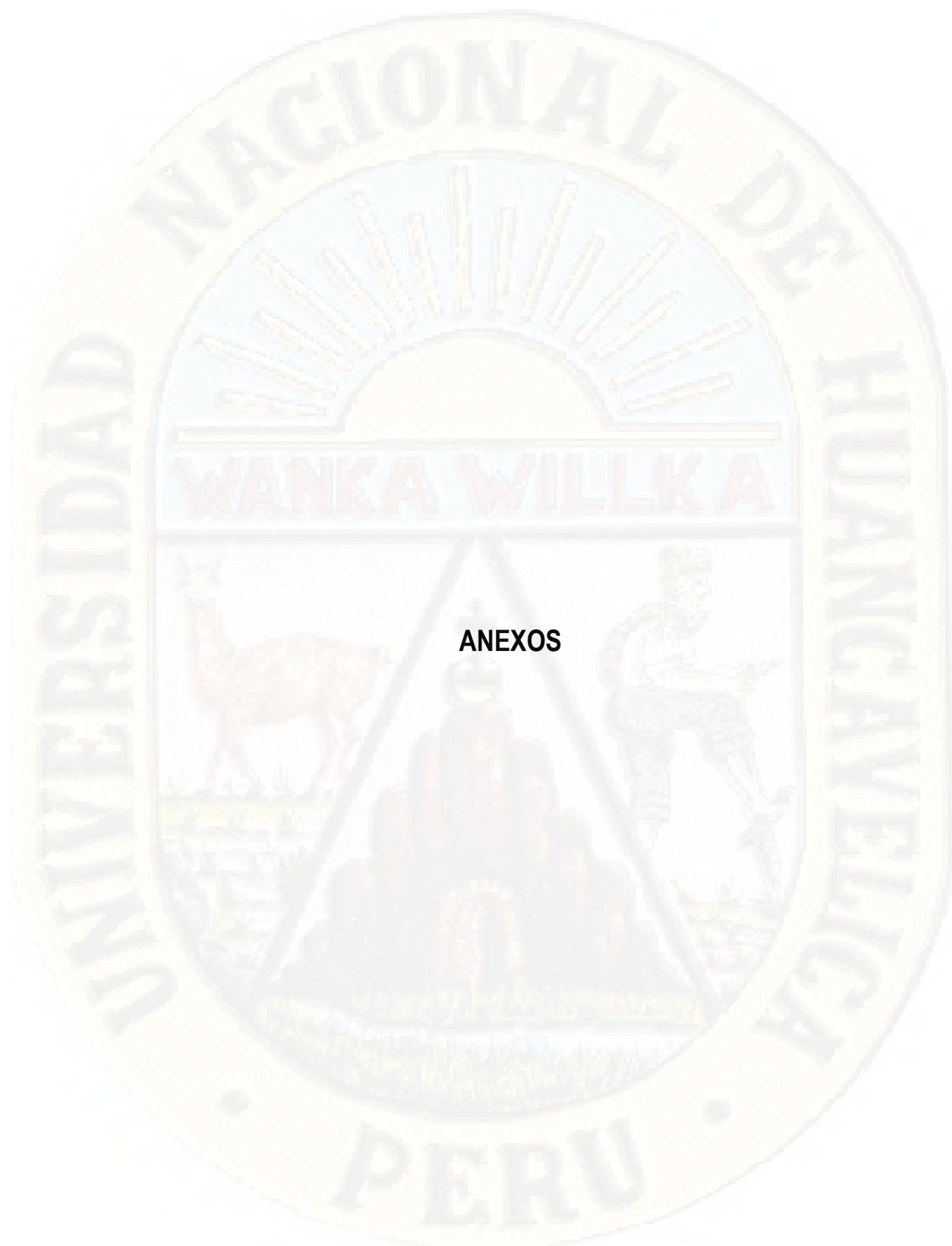
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Cuya R. Efecto de secado sobre la actividad antioxidante de la harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) [Tesis]. Callao: Universidad Nacional de Callao. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimento. Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos; 2008.
2. Paucar S. Composición química y capacidad antioxidante de dos variedades mashua (*Tropaeolum tuberosum*): Amarilla Chaucha y Zapallo [Tesis]. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Carrera de Ingeniería de Alimentos; 2014.
3. Oña E. Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum*): Tushpa y uvilla en estado fresco y cocido [Tesis]. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Carrera de Ingeniería de Alimentos; 2015.
4. Samaniego L. Caracterización de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en el Ecuador [Tesis]. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Carrera de Ingeniería en industrialización de alimentos; 2010.
5. Espín C. Aporte al rescate de la mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia. [Tesis]. Cuenca: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias de la Hospitalidad. Carrera de Gastronomía; 2013.
6. Beltran A, Mera J. "Elaboración del tubérculo mashua (*tropaeolum tuberosum*) troceada en miel y determinación de la capacidad antioxidante". [Tesis]. Guayaquil. Universidad de Guayaquil. Facultad de ingeniería Química; 2013-2014.
7. Aguilera M, Reza M, Chew R, Meza J. Propiedades funcionales de las antocianinas. Bio Revista técnica; 2011. www.biotecnia.uson.mx.
8. Cofre A. Determinación de polifenoles totales, actividad antioxidante y antocianinas de jugo de murtila (*Ugni molinae Turcz*) Obtenido por Condensación de Vapor [Tesis]. Valdivia: Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de ingeniería en Alimentos; 2015.
9. Villanueva J, Condezo L, Ramírez E, Asquieri E. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria*

- dubia* (H.B.K) McVaugh) Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas; 2010. 30(Supl.1): 151-160. maio.
10. Nazario O, Ordoñez E, Mandujano Y, Arévalo J. Polifenoles Totales, Antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y análisis sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) Criollo y Siete Clones. Investigación y Amazona; 2013. 3(1): 51-59.
 11. Chávez R, Ordoñez E. Polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante (dpph y abts) durante el procesamiento del licor y polvo de cacao. Revista ECIPERÚ; 2013. vol. 10: número 1.
 12. Aliaga L, Velásquez F, Mendoza R, Chuquilín R. Efecto de la aplicación de Chlorpropham en el brotamiento de tubérculos de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en condiciones de almacén. Scientia Agropecuaria; 2011. 2: 91 – 96.
 13. Rodríguez L, Moreno L. Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. Una revisión. Agronomía Colombiana; 2010. 28(2). 189-197.
 14. Velásquez F, Mendoza R, Aliaga I. Inhibición del brotamiento de tubérculos de papas nativas (*Solanum* sp) durante el almacenamiento post cosecha. Agroindustrial Science; 2013. 3: 53-58.
 15. Guzmán F, Ana E, Ortega R, Cecilia A. Piranoantocianinas: Modificaciones estructurales de antocianinas. Temas selectiva de ingeniería de alimentos; 2010. 1:84 – 95.
 16. Chirinos *et al.* Effect of genotype, maturity stage and post-harvest storage on phenolic compounds, carotenoid content and antioxidant capacity, of Andean mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon). SCI; 2007. 87:437–446.
 17. Martínez *et al.* Estabilidad de Antocianinas en Jugo y Concentrado de Agraz (*Vaccinium meridionale* Sw.). Facultad Nacional de Agronomía Medellín; 2011. 64(1): 6015-6022.
 18. Zapata *et al.* Estabilidad de antocianinas durante el almacenamiento de jugos de arándanos; 2016. 23 (3): 173 – 183.
 19. Peña C, Restrepo L. Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: Revisión. Actualización en nutrición; 2013. 14 (1): 26 – 32.

20. García A, Pérez M, García A. Evaluación del comportamiento post cosecha de la batata (*ipomea batatas (L) lam*) en condiciones de almacenamiento comercial. Iberoamericana de Tecnología Post cosecha; 2014. 15 (2):177-186.





ANEXOS

Anexo 1: RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (FOCAM): CARACTERIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE MASHUA MORADA (*Tropaelum tuberosum*) DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, COMO ALIMENTO ANTICANCERIGENO

CONSTANCIA DE ANÁLISIS DE MUESTRAS

El que suscribe hace constar que los tubérculos de mashua morada que se han presentado al laboratorio de Análisis Instrumental de la Escuela Profesional de Ingeniería de Agroindustrial por el egresado Valentín Taípe Quispe, pertenecientes a su proyecto de tesis han sido analizados con el objetivo de utilizar los equipos adquiridos del proyecto FOCAM en mención y apoyando al egresado con las metodologías, ya que el proyecto de tesis está vinculado al proyecto FOCAM, siendo los resultados de los análisis los siguientes.

Muestra	Antocianinas totales			Polifenoles totales			Capacidad antioxidante		
	Concentración (mg/g)	Promedio	DS*	Concentración (mg/g)	Promedio	DS*	Concentración (μmol/g)	Promedio	DS*
1	11.152	11.946	0.689	130.296	130.790	0.428	1222.096	1222.429	1.528
2	12.379			131.037			1221.096		
3	12.309			131.037			1224.096		
4	5.856	5.716	0.574	211.037	209.062	2.263	949.096	956.429	6.658
5	6.207			206.593			962.096		
6	5.085			209.556			958.096		
7	5.225	5.096	0.193	46.593	43.877	2.381	863.096	857.429	5.508
8	5.190			42.148			852.096		
9	4.874			42.889			857.096		
10	2.350	2.385	0.035	52.519	50.543	1.864	1066.096	1068.763	2.517
11	2.420			50.296			1069.096		
12	2.385			48.815			1071.096		

*DS es la desviación estándar

La presente es para los fines que el interesado crea conveniente.

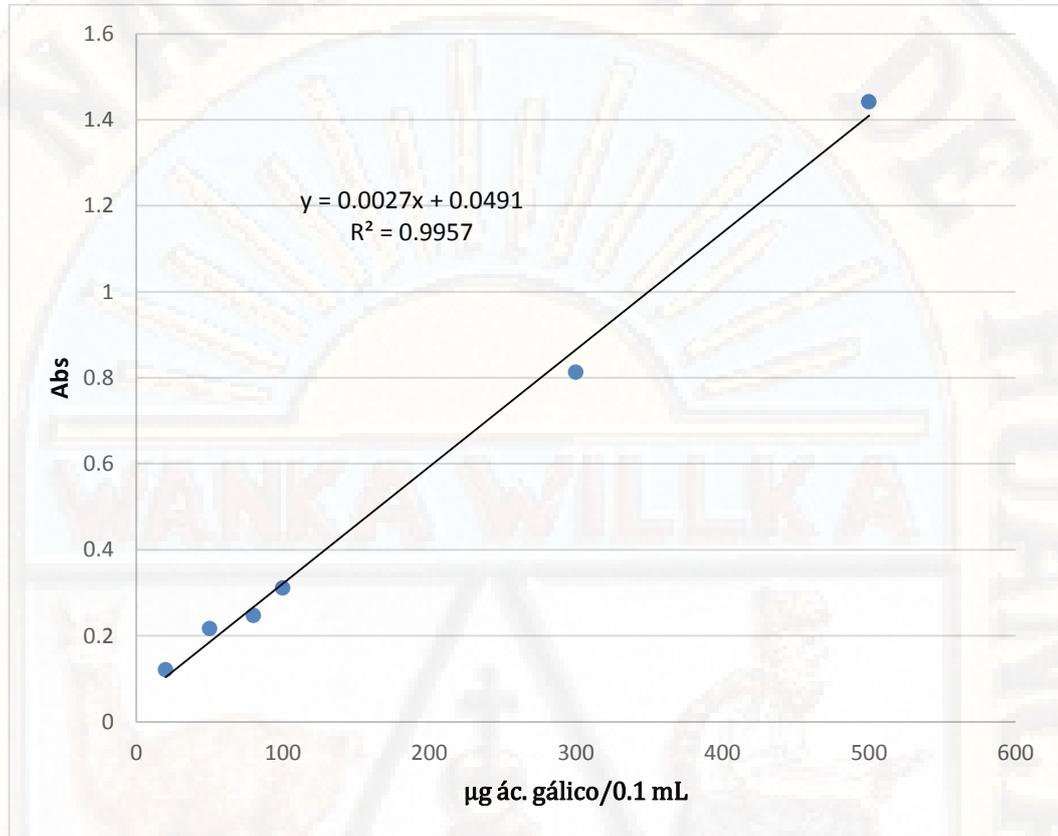
13 de marzo de 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
 PROYECTO FOCAM

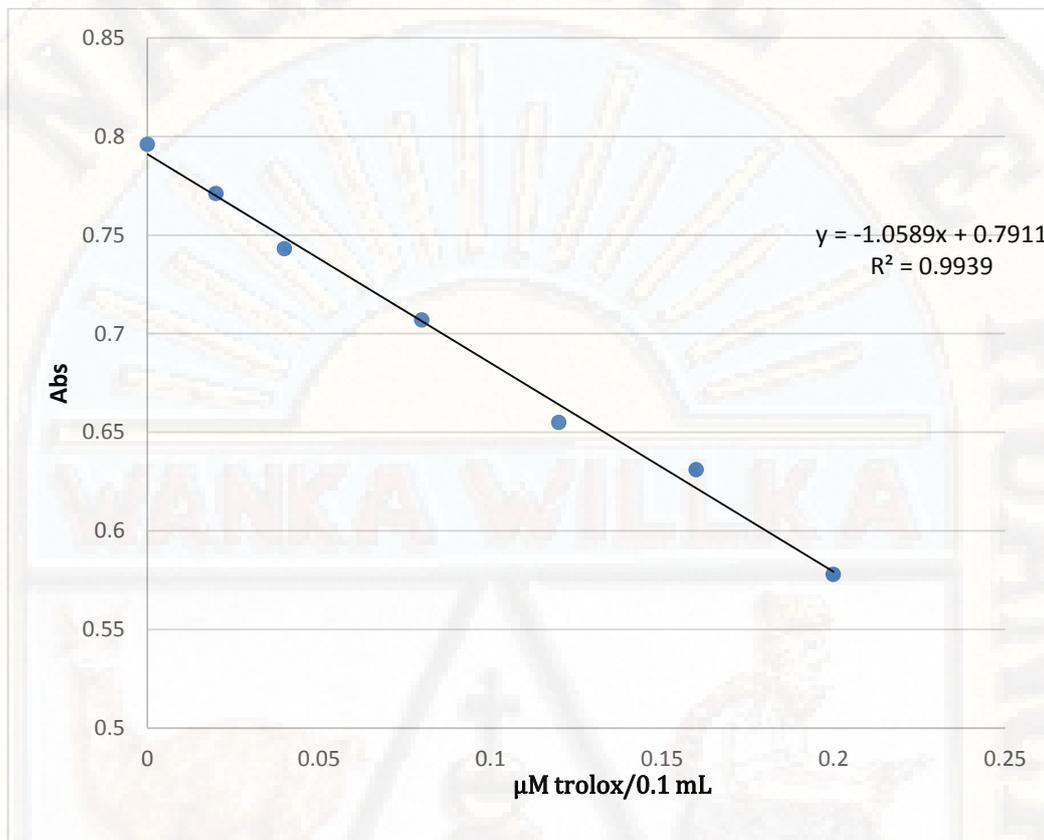
 M. Sc. Francisco Velásquez Barreto
 RESPONSABLE

Anexo 2: GRAFICAS DE DATOS ORIGINALES

Grafica 12. CURVA DE CALIBRACIÓN PARA POLIFENOLES TOTALES



Grafica 13. CURVA DE CALIBRACIÓN PARA DETERMINAR CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



Anexo 3: TABLAS DE DATOS ORIGINALES

Tabla 9. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE PERDIDA DE PESO

Meses	Peso Inicial
0	22,35
1	22,17
2	22,014
3	21,896

Tabla 10. RESULTADO DE EVALUACIÓN DE ANTOCIANINAS TOTALES

Concentración mg/g	Promedio	DS
11,15152		
12,37888	11,946382	0,689
12,30875		
5,856299		
6,206975	5,7160283	0,574
5,08481		
5,225081		
5,190013	5,0964996	0,193
4,874404		
2,349533		
2,419668	2,3846007	0,035
2,384601		

Tabla 11. RESULTADO DE EVALUACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES

Concentración mg/g	Promedio	DS
130,2962963		
131,037037	130,7901235	0,427666866
131,037037		
211,037037		
206,5925926	209,0617284	2,263000343
209,5555556		
46,59259259		
42,14814815	43,87654321	2,381148336
42,88888889		
52,51851852		
50,2962963	50,54320988	1,864156651
48,81481481		

Tabla 12. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Concentración μmol/g	Promedio	DS
1222,096043		
1221,096043	1222,42938	1,527525232
1224,096043		
949,0960431		
962,0960431	956,429376	6,658328118
958,0960431		
863,0960431		
852,0960431	857,429376	5,507570547
857,0960431		
1066,096043		
1069,096043	1068,76271	2,516611478
1071,096043		

Anexo 4: FOTOGRAFÍAS DE LA TESIS



Imagen 1: Producción de la mashua morada



Imagen 2. Cosecha de la mashua morada



Imagen 3. Mashua morada cosechado



Imagen 4. Lavado de la mashua morada



Imagen 5. Selección de la mashua morada



Imagen 6. Pesado de la mashua morada



Imagen 7. Colocar la mashua en el almacén



Imagen 8. Colocado la mashua y el equipo



Imagen 9. Almacenado



Imagen 10. El jugo extraído de la mashua morada



Imagen 11. Los reactivos



Imagen 12. Solución de pH diferencial



Imagen 13. Alcohol y agua destilada



Imagen 14. Hidrómetro



Imagen 15. Evaluación de primer análisis

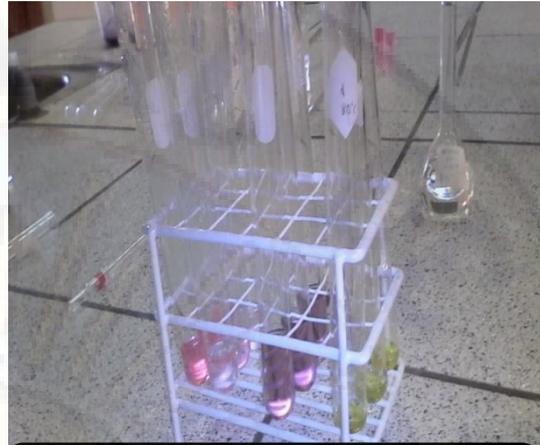


Imagen 16. Coloraciones de diferentes análisis



Imagen 17. La lectura de los análisis



Imagen 18. La lectura de los análisis



Imagen 19. Evaluación del último análisis



Imagen 20. Evaluación del último análisis

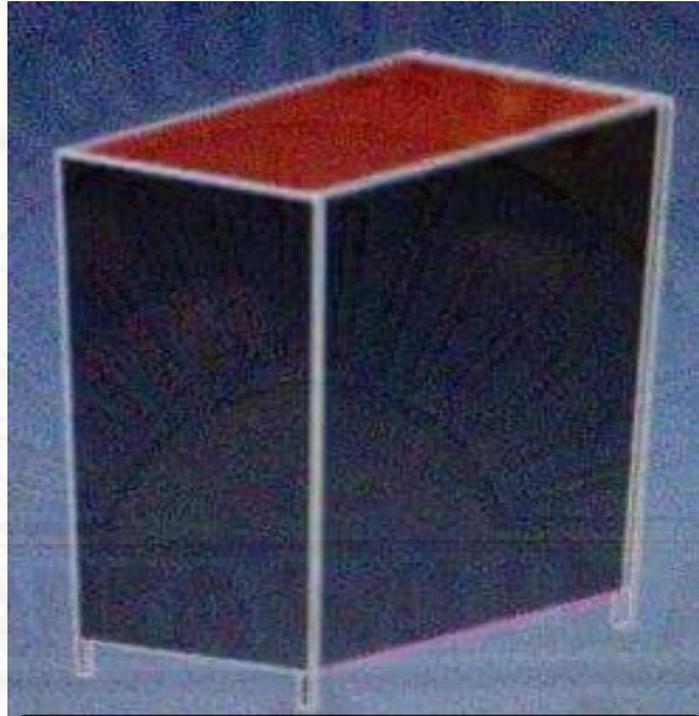


Imagen 21. Diseño del almacén 1 m x 1 m x 50 cm

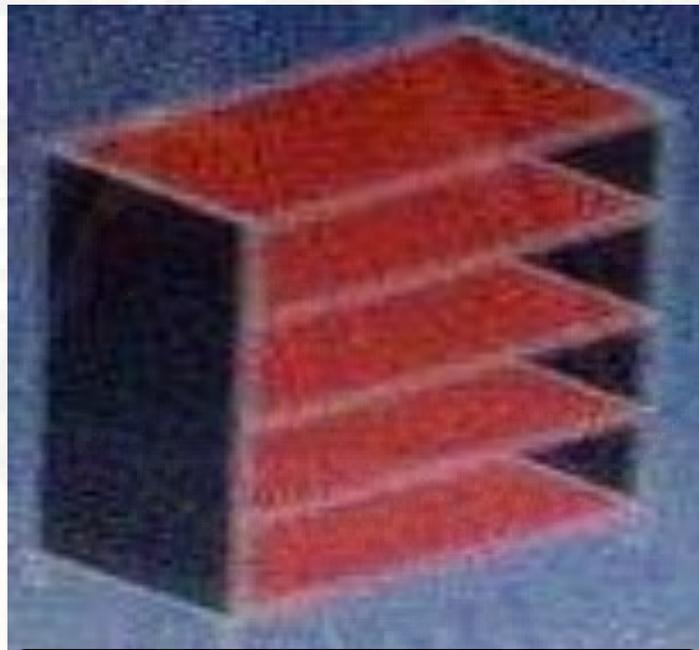


Imagen 22. Separación de cada cama a 23 cm y la zapata 8 cm