

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL FRUTO DE
MAUSHAN (*Vasconcellea chachapoyensis* sp. nov.) DE LA
REGIÓN AMAZONAS**

Autora: Bach. Paola Tello Miranda

Asesores: Ms. Diner Mori Mestanza

MsC. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

Registro:(.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Tello Miranda Paola
DNI N°: 47459377
Correo electrónico: 031011a081@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Compuestos Bioactivos del Fruto de Maushan (Vasconcellea charapoyensis sp. nov.) de la Región Amazonas

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Mori Mestanza Diner
DNI, Pasaporte, C.E N°: 4581 79 06
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>): 0000-0003-3692-4080

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Chavez Quintana Segundo Grimaldo
DNI, Pasaporte, C.E N°: 44011631
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>): 0000-0002-0946-3445

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html
2.11.00-- Otras ingenierías, Otras tecnologías, 2.11.01-- Alimentos y bebidas

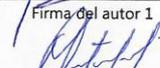
5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 02 / Junio / 2023


Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a todas aquellas personas que desde el inicio de mi formación profesional me acompañaron y creyeron en mí. Sobre todo, va dedicado a mi madre y hermana, las cuales siempre han estado conmigo apoyándome, dándome ánimos para continuar y no desfallecer y a la fecha veo los resultados de este gran esfuerzo convertidos en un logro importante para mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por regalarme la vida, y darme la oportunidad de haber llegado hasta aquí, el primer paso de mi carrera. A mi madre Llulet Del Carmen Miranda Diaz quien con su esfuerzo y amor me ha inculcado desde pequeña el respeto, la tenacidad y valentía para salir adelante y lograr cada una de mis metas y objetivos.

A mi hermana Mileny Tello Miranda por ser un ejemplo y guía, quien, con su amor y paciencia, hicieron en mi un ser humano empático, noble y de carácter.

A mi abuela Teodora Diaz De Miranda quien con su ternura siempre está a mi lado dándome aliento a seguir. Ellas fueron pilar fundamental e inspiración para hoy haber dado este gran paso a mi carrera y vida profesional.

A mis asesores Diner Mori Mestanza y Segundo Grimaldo Chavez Quintana, quienes con sus conocimientos y enseñanzas me han guiado hacer realidad mi proyecto de tesis para poder lograr mi título universitario.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana
Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza
Vicerrectora de Investigación

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Compuestos Bioactivos del fruto de Maushan (Vasconcellea Chachapoyensis sp. nov.) de la Región Amazonas; del egresado Paola Tello Miranda de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 02 de Junio de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

Ing. Ms. Diner Mori Mestanza

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Compuestos Bioactivos del Fruto de Maushan (Vasconcellea chachapoyensis sp. nov.) de la Región Amazonas; del egresado Paola Tello Miranda de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 02 de Junio de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

Ing. Msc. Segundo Gimaldo Chavez Quintana

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Lic. M. Sc. Aline Camila Caetano

Presidente



Dra. Elena Victoria Torres Mamani

Secretario



Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Compuestos Bioactivos del Fruto de Maushan
(Nasconcella chachapoyensis sp. nov.) de la Region Amazonas,
presentada por el estudiante ()/egresado (x) Paola Tello Miranda
de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
con correo electrónico institucional 031011a081@untrm.edu.pe
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 21 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 02 de Junio del 2023

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

Aline Camela Cautano
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 2 de Junio del año 2023 siendo las 10:00 horas, el aspirante: Paola Tello Miranda, asesorado por Inge Ms. Diner Mori Mestanza defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Compuestos bioactivos del Fruto de maushan (Vasconcellea chachapoyensis sp nov) de la región Amazonas, para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Lic. M. Aline Camila Caetano

Secretario: Dra. Elena Victoria Torres Mamani

Vocal: Dr. Erick Aldo Auquiñivia Silva

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:30 horas del mismo día y fecha, el jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Firma]
SECRETARIO

[Firma]
VOCAL

Aline Camila Caetano
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

Se incluyó el término "nov" en el título porque es una nueva especie de fruto

ÍNDICE

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS	20
2.1. Muestra.....	20
2.2. Proceso de liofilizado de los frutos de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov.....	20
2.3. Obtención de los extractos del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov.	20
2.4. Análisis de polifenoles totales de los extractos del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov.	20
2.5. Análisis de antocianinas totales del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov.	21
2.6. Determinación del contenido total de carotenoides y licopeno	21
2.7. Análisis de la capacidad antioxidante	22
2.7.1. Método DPPH.....	22
2.7.2. Método ABTS.....	22
2.8. Medición del índice de refracción, °Brix y pH del fruto de maushan.....	23
2.9. Análisis estadístico	23
III. RESULTADOS.....	24
3.1. Contenido de polifenoles, antocianinas y carotenoides del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov.....	24
3.2. Capacidad antioxidante del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov.	25
3.3. Contenido °Brix e índice de refracción del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov.	25
IV. DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES.....	29
VI. RECOMENDACIONES	30
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Contenido total de los compuestos bioactivos de fruto de maushan en sus tres estados de madurez.....	35
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contenido de fenoles totales, antocianinas, carotenoides y licopeno del fruto de maushan en sus tres estados de madurez.	24
Figura 2. Capacidad antioxidante del fruto de maushan en sus tres estados de madurez.	25
Figura 3. Contenido de °Brix, pH y índice de refracción de fruto de maushan en sus tres estados de madurez.....	26
Figura 4. Curva de calibración para determinar los fenoles totales en el fruto de maushan en sus tres estados de madurez.....	36
Figura 5. Curva de calibración para determinar los antioxidantes en el fruto de maushan en sus tres estados de madurez.....	36
Figura 6. Fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov. en estado maduro.....	37
Figura 7. Fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov. en estado sazón.....	37
Figura 8. Fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov. en estado verde.....	38
Figura 9. Corte transversal y longitudinal del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov. en sus estados de madurez.....	39
Figura 10. Proceso de trituración de muestras liofilizadas del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov. en sus tres estados	40
Figura 11. Extractos del fruto de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov. en sus tres estados de madurez	40
Figura 12 Análisis fisicoquímico de los extractos de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov. en sus tres estados de madurez	41
Figura 13. Análisis fisicoquímico de los extractos de <i>V. chachapoyensis</i> sp. nov. en sus tres estados de madurez.....	42

RESUMEN

El estudio buscó determinar los compuestos bioactivos del fruto de maushan (*Vasconcellea chachapoyensis* sp. nov.) de la región Amazonas, que permita dar una mayor importancia económica de la especie, para lograr ello se determinó los polifenoles totales, capacidad antioxidante, carotenoides, licopeno y antocianinas totales para lo cual se recolectaron frutos en tres estados de madurez: verde, sazón y maduro; estos frutos fueron sometidos al proceso de liofilización y trituración con la finalidad de sintetizar y exponer los compuestos y facilitar la extracción de sus compuestos bioactivos. Las propiedades químicas de los polifenoles totales se determinaron utilizando el método de Folin-Ciocalteu, para los antioxidantes se aplicó el método de ABTS y DPPH, así mismo para las antocianinas a través del método pH diferencial y para el β -caroteno se utilizó el método de carotenoides totales. Estos datos fisicoquímicos encontrados se analizaron a través de una prueba paramétrica o análisis de varianza bajo un esquema de DCA y la Prueba Tukey; determinando un contenido de polifenoles totales en estado sazón 13150 mgAGE /100g muestra seca, actividad antioxidante para el estado sazón y maduro 106.15 $\mu\text{mol Trolox E/g}$ muestra seca y porcentaje de DPPH 90.83, para el estado maduro y antocianinas 5.68 mg C-3GE / g muestra seca en estado maduro, carotenoide 87.30 mg β -caroteno equivalente/100g, estado maduro y Licopeno 88.06mg licopeno/100g de peso seco en estado verde de los frutos de *V. chachapoyensis* sp. nov.

Palabras clave. *Vasconcellea chachapoyensis* sp. nov., compuestos fenólicos totales, actividad antioxidante, antocianinas, carotenoides, licopeno y compuestos bioactivos.

ABSTRACT

The study sought to determine the bioactive compounds of the maushan fruit (*Vasconcellea chachapoyensis* sp. nov.) from the Amazon region, which allows for a greater economic importance of the species, to achieve this, the total polyphenols, antioxidant capacity, carotenoids, lycopene and total anthocyanins were determined for which fruits were collected in three stages of maturity: green, ripe and ripe; these fruits were subjected to the process of freeze-drying and crushing in order to synthesize and expose the compounds and facilitate the extraction of their bioactive compounds. The chemical properties of total polyphenols were determined using the Folin-Ciocalteu method, for antioxidants the ABTS and DPPH method was applied, likewise for anthocyanins through the differential pH method and for β -carotene the total carotenoid method was used. These physicochemical data found were analyzed through a parametric test or analysis of variance under a DCA scheme and the Tukey Test; determining a total polyphenol content in the seasoned state 13150 mgAGE /100g dry sample, antioxidant activity for the seasoned and ripe state 106. 15 μ mol Trolox E/g dry sample and percentage of DPPH 90.83, for the ripe state and anthocyanins 5.68 mg C-3GE / g dry sample in ripe state, carotenoid 87.30 mg β -carotene equivalent/100g, ripe state and lycopene 88.06mg lycopene/100g dry weight in green state of the fruits of *V. chachapoyensis* sp. nov.

Keywords. *Vasconcellea chachapoyensis* sp. nov., total phenolic compounds, antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, lycopene and bioactive compounds.

I. INTRODUCCIÓN

La región Amazonas cuenta con una gran diversidad de frutos que aún no han sido estudiados y caracterizados sobre compuestos bioactivos, por este vacío no son valorados y aprovechados adecuadamente, para poderlos posesionar como productos frescos e industrializados en los mercados nacionales e internacionales; con esta finalidad se realizó una caracterización taxonómica y asignación de nombres precisos a las especies de la región, especialmente para aquellas con un potencial tanto agronómico, industrial y socio-económico como son las papayas de montaña. (Tineo et al., 2020) Encontró siguientes cinco nuevas especies del norte de Perú: *V. badilloi* sp. nov., *V. carvalhoae* sp. nov., *V. chachapoyensis* sp. nov., *V. pentalobis* sp. nov. y *V. peruviensis* sp. nov. Los resultados importantes de este descubrimiento de las 5 nuevas especies de papaya de altura, permitirá realizar muchos más esfuerzos de conservación y repoblamiento a través de proyectos que involucren a toda la población directa e indirectamente beneficiaria de esta diversidad de especies de importancia agroindustrial para la región y el mundo.

Algunas especies de *Vasconcellea* tienen potencial como nuevas frutas tropicales, en particular *V. heilbornii*, *V. cundinamarcensis* y *V. goudotiana*, que se están utilizando para un creciente mercado de nuevos productos exóticos. Como fuente de papaína, varias especies de *Vasconcellea* muestran una actividad proteolítica hasta 17 veces superior a la de la papaya. Otras se están utilizando como fuente de nuevos genes para la mejora de la papaya, en particular para mejorar su resiliencia a las nuevas plagas y enfermedades (especialmente contra el virus de la mancha anular), la tolerancia al frío y los rasgos organolépticos específicos. El uso óptimo de los recursos genéticos de *Vasconcellea* requiere un mejor conocimiento de su potencial genético, así como el desarrollo de tecnologías para crear híbridos intergenéricos con el papayo, ya que la mejora convencional se enfrenta a importantes obstáculos. Los estudios citogenéticos y moleculares, han permitido determinar con mayor precisión la variación genética de las principales especies de *Vasconcellea*, encontrando variedades que han pasado por un proceso de hibridación e introgresión entre múltiples especies. La investigación genómica en *Vasconcellea* se ha limitado a la secuenciación de algunos fragmentos de genes y al desarrollo de bibliotecas BAC para unas pocas especies. Los avances en la genómica de la papaya, la generación de un mapa genético de alta densidad y la

secuenciación del genoma facilitarían la identificación de genes de la especie *Vasconcellea*, siendo importantes para mejorar la papaya o para el desarrollo de especies de *Vasconcellea* como nuevos cultivos de importancia económica e industrial para la región (Tineo et al., 2020).

Esta variedad de *V. chachapoyensis* sp. nov., es una planta dioica que llega a crecer hasta 12 m de altura con bayas ovoides de ápice acuminado como rasgo distintivo. Especie muy similar morfológicamente a *V. weberbaueri*, pero difiere en la inflorescencia más grande y los folíolos más anchos en la base y en la relación filogenética hermana con esta especie. La divergencia de secuencias entre *V. chachapoyensis* sp. nov. y *V. weberbaueri* es del 1,1% para el ITS, del 0,6% para matK y del 0,3% para trnL-trnF. Con fruto una baya ovoide, amarillo-naranja, base emarginada, ápice acuminado, 75-85 × 35-45 mm; pericarpio 12-15 mm de grosor; pedicelo del fruto 3-4 × 1-3 mm. Semillas de color marrón claro, 4-5 × 3-4 mm, elipsoidales, esclerotesta con numerosas protuberancias cónicas, las semillas se encuentran cubiertas de sarcotesta gelatinosa, semillas dispuestas en 5 grupos rodeados de pulpa naranja, Cavity central estrellada; El contenido de azúcar varía de 6 a 6,5°Brix (Tineo et al., 2020).

Culquimboz & Escudero (2018) estudiaron a *V. weberbaueri* (Harms) y *V. badilloa* utilizando como material biológico a los frutos frescos y a través de un proceso de maceración con etanol de 96° y concentrado en un evaporador rotatorio se obtuvieron los extractos, del cual se determinaron los polifenoles totales 7,355 mg GAE/ g extracto, la actividad antioxidante DPPH IC50 equivalente a 158,303 y el valor TEAC 13,6131 a 25,6961 mg Trolox/g, así mismo para el ABTS IC50 equivalente a 98,5051 µg/ml; demostrando que el extracto posee un gran potencial antioxidante y elevado contenido de polifenoles totales de importancia industrial. Así mismo, Soncco (2020) determinó propiedades químicas como: vitamina C y fenoles; y propiedades físicas de *Carica pubescens*, sometidos a proceso de cocción basados en tiempo y temperatura (30min por 60°C, 70°C, 80°C) y (60min por 60°C, 70°C, 80°C), almacenados a 8°C hasta 15 días; obteniendo como mejor el tratamiento (30min por 70°C) con un valor de vitamina C 178,78mg/100g y 116,58 mg equivalentes de ácido gálico (GAE) /100g para fenoles totales.

Las semillas de *V. weberbaueri*, *V. pubescens*, poseen aceites esenciales que contienen potenciales propiedades bioactivas como la actividad antioxidante, esta propiedad se encontró 21,02 y 35,14 % captura DPPH respectivamente; lo que hacen de esta materia tener importancia económica y nutricional en la incorporación y desarrollo de alimentos potencialmente funcionales (Cruz, Chávez, & Fernández-Jeri, 2021).

Las técnicas de conservación que aplican temperaturas desde 10 hasta 40°C, generan algún impacto degenerativo en los componentes de los frutos, tanto en las propiedades físicas y nutricionales resultantes de la papaya (*V. pubescens*). El tiempo de secado de la fruta influye significativamente por las temperaturas, en las composiciones de fibra dietética y proximal variando ligeramente en valor. Los porcentajes de retención de muestras secas a diferentes temperaturas de secado con respecto a la muestra fresca oscilaron entre 71,8 y 131,3 % para contenido fenólico total (TPC), 73,7 a 137 % para contenido de β -caroteno, 76,1 a 85,5 % para contenido de vitamina C y 48,7 al 86,9 %, para el contenido total de flavonoides (CFT). Las propiedades antioxidantes de la papaya disminuyen significativamente después del secado (Vega-Galv3ez et al., 2022).

El secado al vac3o a baja temperatura (LTVD) se considera una alternativa a los m3etodos convencionales de secado de alimentos a alta temperatura para conservar los compuestos bioactivos de los alimentos. Por lo tanto, al evaluar el potencial antioxidante y antimicrobiano de la pulpa de papaya (*V. pubescens*) despu3es de LTVD en comparaci3n con otros m3etodos de secado, incluido el secado por congelaci3n (FD), el secado al vac3o (VD), el secado por convecci3n (CD) y secado por infrarrojos (IRD). La velocidad de secado estuvo significativamente influenciada por los m3etodos y temperaturas de secado. En comparaci3n con FD, LTVD dio como resultado una disminuci3n del 52 % en el tiempo de secado. Tanto los ensayos de difusi3n en disco como los de concentraci3n inhibitoria m3inima (MIC) mostraron una mayor actividad antimicrobiana para extractos preparados con papaya deshidratada. La CIM m3as baja (15,6 mg ml⁻¹) se encontr3 frente a *Bacillus cereus* para extractos preparados con papaya VD, CD e IRD. Todos los compuestos antioxidantes probados disminuyeron despu3es de la deshidrataci3n; sin embargo, se observ3 una fuerte correlaci3n entre DPPH y la actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli* y *B. cereus* para todos los extractos

preparados con pulpa de papaya deshidratada. Por lo tanto, los extractos secos de papaya pueden ser buenos candidatos para el desarrollo de conservantes naturales, independientemente del método de secado utilizado (Vega-Galv3ez et al., 2021)

El aprovechamiento de las especies de *Vasconcellea* es una alternativa agroindustrial para productos innovadores, saludables o para obtenci3n compuestos bioactivos y poderlos micro encapsular para utilizarlos en la l3nea alimentaria como insumo potenciador de propiedades nutricionales de los alimentos, los cuales se pueden posicionar f3cilmente en los mercados, y que est3 disponible a nivel nacional e internacional que cuenten con esta gran diversidad de frutas en la regi3n de Amazonas. Por lo cual en el presente trabajo de investigaci3n se propuso determinar los compuestos bioactivos del fruto de maushan (*V. chachapoyensis* sp. nov.) de la regi3n Amazonas, para dar mayor importancia econ3mica, social y ambiental de este fruto, diversificando su uso en los diferentes postres y derivados, promoviendo la alimentaci3n sana y nutritiva con especies de la regi3n.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestra.

Para este estudio se trabajó con el fruto de maushan (*V. chachapoyensis* sp. nov.), el cual fue recolectado en tres estados de madurez: verde, sazón y maduro en una cantidad de 1kg para cada muestra, del distrito de Granada de la provincia de Chachapoyas - Amazonas; las muestras se transportaron al laboratorio de Química de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM).

2.2. Proceso de liofilizado de los frutos de *V. chachapoyensis* sp. nov.

Los frutos de maushan después del proceso de selección y desinfectado, fueron picados en cubos de 1cm³ y colocados en tubos falco de 50mL para ser sometidos al proceso de ultracongelación por un lapso de 12horas, posteriormente fueron colocados en el liofilizador (Labconco, España) por 48 horas y luego triturados en un mortero.

2.3. Obtención de los extractos del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov.

De la muestra liofilizada y triturada se pesó un gramo y se añadió 9 ml de metanol para la extracción en tubos falco de 15ml, luego se agitaron con el solvente en un vortex por 2 minutos con la finalidad de extraer la mayor cantidad de moléculas, posteriormente los extractos se centrifugaron por 30 minutos a 5000 rpm, así logrando separar el dos fases, trasvasando la fase superior a un nuevo envase con tapa hermética (Fu et al., 2011).

2.4. Análisis de polifenoles totales de los extractos del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov.

Se aplicó el método de Singleton & Rossi (1965) con algunas modificaciones, colocando 0.05 ml de extracto de la fruta de maushan en un tubo de ensayo falco de 15ml y 0.45 ml de H₂O, más 2.5 ml de Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich, EE. UU) diluido con H₂O (1:10) respectivamente y finalmente se adicionó 2 ml de Na₂CO₃ al 7.5% para colocarlo a reaccionar a 50 °C en una estufa por un tiempo de 5 minutos y posteriormente realizar la lectura a 760 nm en el espectrofotómetro (Shimadzu, UV-VIS 1900i, Kioto Japón).

2.5. Análisis de antocianinas totales del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov.

Las antocianinas se determinaron aplicando el método de pH diferencial, que se fundamentó en utilizar buffers, para este fin se agregó una alícuota (0.3 ml) de extracto de maushan y se mezcló con pH 1.0 (tampón de cloruro de potasio, 9.7 ml) y por separado el mismo proceso con la solución de pH 4.5 (tampón de acetato de sodio, 9.7 ml) y dejarlo en oscuridad por 30 min a temperatura de 20°C para que reaccione, pasado este tiempo se realizó la lectura en el espectrofotómetro (Shimadzu, UV-VIS 1900i, Kioto Japón) a una longitud de onda 510 nm y 700 nm (Vargas-León et al., 2018); (Jiang et al., 2019).

Para lograr determinar la absorbancia total se utilizó la ecuación 1

$$A = (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH1.0} - (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH4.5} \dots\dots\dots 1$$

Con la ecuación 2 se determinó las antocianinas totales

$$AT (mg/L) = (\Delta A PM FD 1000)/\epsilon_1 \dots\dots\dots 2$$

2.6. Determinación del contenido total de carotenoides y licopeno

Conociendo la importancia de los carotenoides una de las maneras más efectivas de extraerlos es con el uso de los solventes orgánicos miscibles en agua como es el caso de la acetona, metanol y etanol (Yu et al., 2022).

Los carotenoides totales (TCC) y licopeno fueron determinado a través de un espectrofotómetro, a partir de las extracciones de las muestras liofilizadas, para lo cual estas fueron sometidas a solventes donde las combinaciones empleadas fueron: etanol/acetona/hexano (25:25:50 v/v/v), durante 1 hora. La solución obtenida es transferida a un embudo para mezclarse con 100 ml de éter etílico para separar la fase orgánica, luego se realizó el proceso de filtración en un embudo Büchner de vidrio, con el fin de incrementar extractabilidad de los compuestos en estudio (Zhu et al., 2022). Todos estos procedimientos se realizaron en ausencia de luz y a temperatura ambiente (Tiwari et al., 2022).

Cuando se obtuvieron los extractos del fruto liofilizado de maushan, fueron inmediatamente evaluados a través de un espectrofotómetro (Shimadzu, UV-

VIS 1900i, Kioto Japón) con una celda de 1 cm de espesor contra sus respectivos blancos, la determinación de los carotenoides totales presentes en los frutos de maushan se efectuó, mediante la siguiente curva de calibración $Y = 0,0219 + 28,138 X$; para el cual se utilizará como patrón puro beta-caroteno a una longitud de onda de 450nm y para licopeno a 470nm.

2.7. Análisis de la capacidad antioxidante

Se determinó utilizando los métodos de DPPH (2,2-difenil-2-picrilhidrazilo) y ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico).

2.7.1. Método DPPH

Para la determinación del porcentaje de la capacidad antioxidante se realizó utilizando el método DPPH (Brand-Williams et al., 1995). Se mezcló 1 ml de extracto (1 mg/9ml) con 1 ml de solución metanólica de DPPH 0,1 mM, la solución de la mezcla fue incubada en la oscuridad a temperatura ambiente por un tiempo de 30 minutos y para realizar las lecturas de absorbancia se realizó en un espectrofotómetro (EMC-11-UV SPECTROPHOTOMETER) a una longitud de onda de 517 nm.

La actividad depuradora de DPPH fue determinada utilizando la ecuación 3.

$$(\%) = \left[\frac{(A_{blanco} - A_{muestra})}{A_{blanco}} \right] * 100 \dots \dots \dots 3$$

2.7.2. Método ABTS

El método ABTS nos permitió cuantificar la capacidad antioxidante del fruto de maushan en sus tres estados de madurez y se determinó de acuerdo al método Re et al., (1999). El catión radical $ABTS^{\cdot+}$ se produjo haciendo reaccionar $ABTS^{\cdot+}$ acuoso 7 mM utilizando 88 μ l de solución ABTS con 5ml de persulfato de potasio 2,45 mM, la mezcla se mantuvo en oscuridad a temperatura ambiente durante 12-16 h antes de su uso. La solución $ABTS^{\cdot+}$ fue diluido con etanol (aproximadamente 1:80) hasta lograr una absorbancia de $0,700 \pm 0,02$ a 734 nm. Con el apoyo de una curva de calibración con una solución estándar Trolox desde 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750 y 2000 μ M, se obtuvo los datos cuantitativos (Nicklisch & Waite, 2014).

2.8. Medición del índice de refracción, °Brix y pH del fruto de maushan

Los índices de refracción n_D de los extractos de los frutos de maushan se midieron utilizando un refractómetro ABBE (2WAJ, EE.UU). El instrumento se limpió a fondo con agua destilada y etanol antes de cada medición. Los valores de n_D se midieron para calibrar el refractómetro y la precisión de n_D fue de $\pm 0,000$. El pH se midió con un potenciómetro (HANNA, HI98130, EE.UU) (Abedigamba et al., 2023; Mora-Zúñiga et al., 2022).

2.9. Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico para encontrar la diferencia en el contenido de las moléculas de polifenoles totales, antioxidantes, antocianinas, carotenoides, licopeno y propiedades físicas del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov., empleando la prueba paramétrica de Tukey al nivel de $p < 0.05$ de significancia se utilizó el Software SPSS Statistics 22.

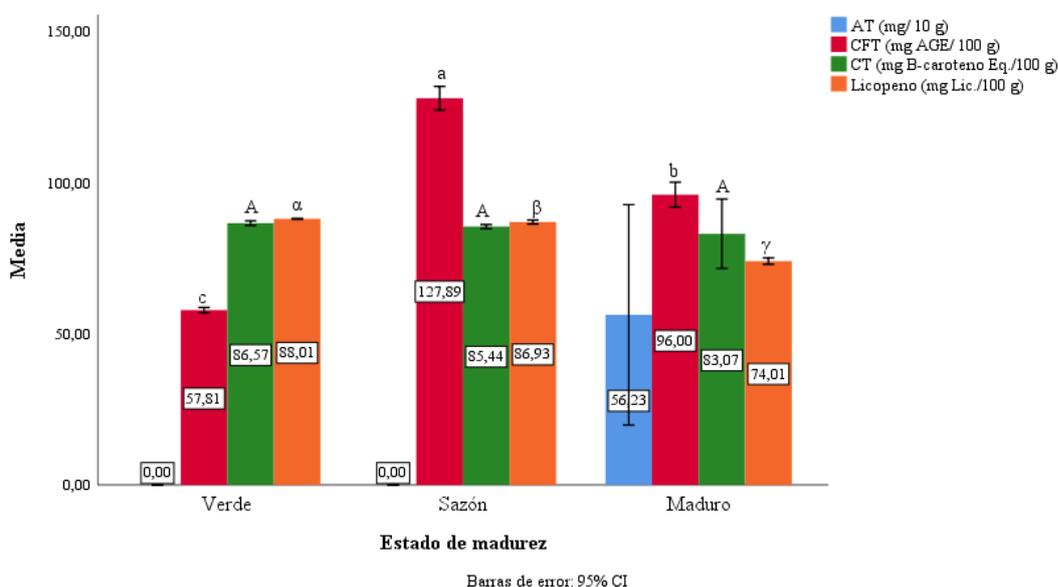
III. RESULTADOS

3.1. Contenido de polifenoles, antocianinas y carotenoides del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov.

En la figura 1 encontramos el contenido de polifenoles, en el cual se evidencia una diferencia significativa en los tres estados de madurez del fruto de maushan, logrando un mayor contenido en estado sazón, siendo de gran importancia estos compuestos o metabolitos secundarios que son considerados antioxidantes naturales que tienen efectos biológicos benéficos para la salud de las personas que lo consumen, estos compuestos son los responsables de las características de sensación de astringencia, color y flavor, por contener en su estructura uno o más de un anillo aromático y al menos un sustituyente hidroxilo. observamos los carotenoides totales del fruto de maushan, donde se evidencia que no existe una diferencia significativa estadísticamente para los tres estados de madurez a diferencia de las moléculas de licopeno que si se encontró diferencia significativa presentando mayores concentraciones en estado verde y sazón; en comparación con las moléculas de las antocianinas totales que solamente se encontró su presencia en los frutos en estado maduro, las cuales le confieren a la fruta diferentes tonalidades.

Figura 1

Contenido de antocianinas, polifenoles, carotenoides, licopeno del fruto de maushan en sus tres estados de madurez

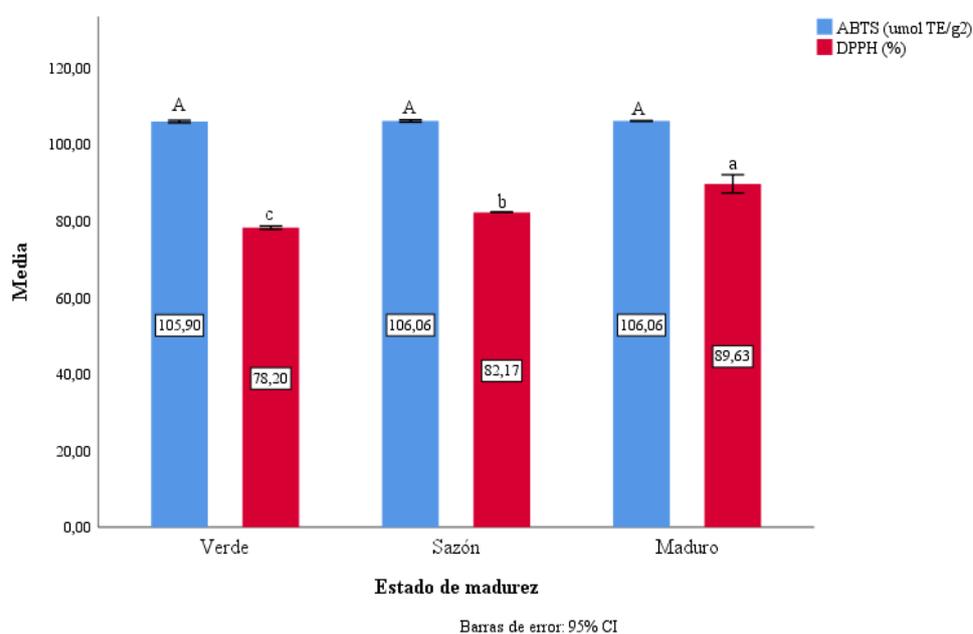


3.2. Capacidad antioxidante del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov.

En la figura 2 observamos la capacidad antioxidante por el método ABTS ($\mu\text{mol TE/g}$), donde no existe diferencia significativa, y por el método del DPPH, hay diferencia significativa, sobresaliendo el fruto en estado maduro y sazón.

Figura 2

Capacidad antioxidante del fruto de maushan en sus tres estados de madurez



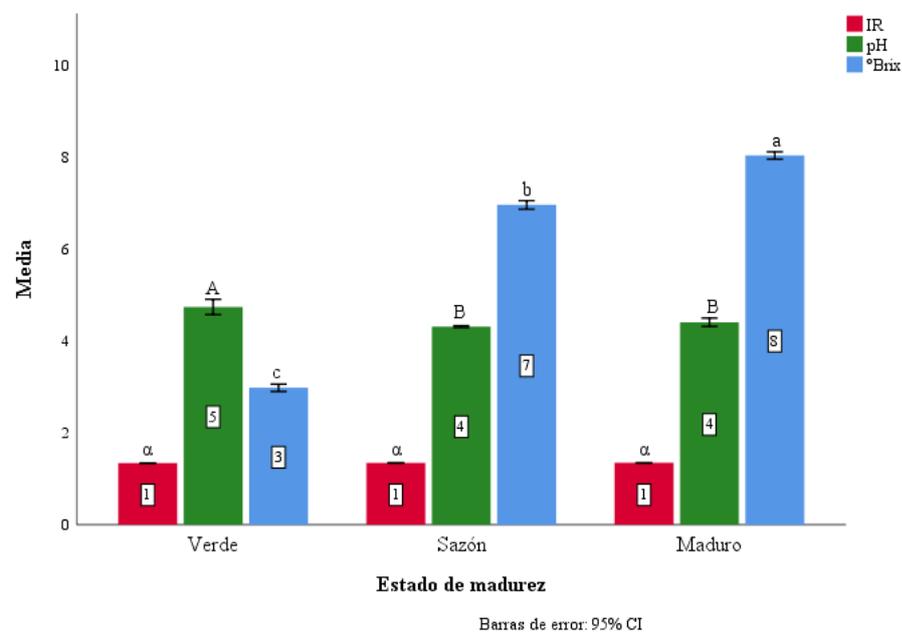
3.3. Contenido °Brix y índice de refracción del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov.

En la figura 3 encontramos los sólidos totales en los tres estados de madurez del fruto de maushan, presentando diferencia significativa con mayor concentración en el estado maduro, con el desarrollo fisiológico de los frutos los carbohidratos y otros compuestos se van concentrando en las diferentes partes de la fruta durante la maduración en una estructura química de almidón y a medida que la fruta sigue su desarrollo fisiológico, este almidón se transforma en azúcar, siendo un indicador potencial del estado de maduración de una fruta. También en la misma figura presentamos el índice de refracción sin encontrar diferencia significativa el cual está relacionado con la cantidad de moléculas que puede tener una fruta, de la misma forma se presenta el

potencial de hidrógeno, encontrando diferencia significativa para el estado verde frente a los estado sazón y maduro; El pH y la acidez de la fruta son propiedades determinantes en su calidad post cosecha respecto al estado de maduración y que permiten mejorar los procesos poscosecha y su comercialización. Algunas frutas comienzan a disminuir su pH (en relación a su concentración del potencial de iones de Hidrógeno) en respuesta al aumento de madurez, sin embargo, esto tiene estrecha relación con otras condiciones cuando las frutas se cosechan con el grado de madurez esperado, el pH de la pulpa es alto, pero al progresar la maduración el pH tiende a variar, debido a que los ácidos orgánicos van reduciendo su concentración durante la maduración causado por el desarrollo fisiológico del fruto y la actividad la respiratoria o su conversión y su concentración en azúcares. Como indicadores del estado de madurez son los °Brix de este tipo de fruto a parte del indicador visual.

Figura 3

Contenido de °Brix, pH y índice de refracción de fruto de maushan en sus tres estados de madurez



IV. DISCUSIÓN

Los compuestos fenólicos corresponden a una clase de compuestos orgánicos ampliamente distribuidos en el reino vegetal donde se producen como metabolitos secundarios en cantidades variables (Arruda et al., 2019). Estos fitoquímicos se caracterizan por la presencia de al menos un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxilo y se pueden encontrar libres o asociados a carbohidratos, lípidos, componentes de la pared celular, aminas y ácidos orgánicos (Arruda et al., 2022). Los compuestos fenólicos cuantificados en los extractos de la fruta de *V. chachapoyensis* sp. nov. estos compuestos son importantes porque son los constituyentes del grupo de metabolitos secundarios que son antioxidantes naturales que poseen beneficios biológicos para el ser humano, influyendo en la prevención de enfermedades cardiovasculares y degenerativas. En frutas de la familia *Vasconcellea* se ha encontrado que los principales compuestos presentes son, compuestos orgánicos como los ácidos fenólicos, flavonoides y taninos, no obstante, también se han encontrado fitoquímicos como vitamina C (ácido ascórbico), ácido fólico (vitamina B) y β -carotenos (provitamina A), lo que permite establecer que el consumo de estas frutas incrementa la ingesta de compuestos bioactivos con importantes propiedades nutricionales para la salud humana (Moreno et al., 2014). En los análisis realizados se encontró que existe diferencia significativa en el contenido de fenoles totales en los tres estados de madurez del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov., logrando un mayor contenido en estado sazón 13150 mg AGE/100g muestra seca, a comparación de los reportados por Vega-Gálvez et al. (2022), muestra fresca de *Vasconcellea pubescens* tuvo valores de TPC, TFC y vitamina C de 827 mg GAE/100 g dm, 145 mg QE/100 g dm y 805 mg/100 g dm, respectivamente. Estos valores fueron comparables a los encontrados para *V. pubescens* en la literatura (Uribe et al., 2015).

Por lo general en los frutos de *Vasconcellea* el contenido de polifenoles tienden a incrementar con el proceso de maduración de la fruta, por lo general las moléculas monofenólicas como los ácidos fenólicos y los fenilpropanoides son intermediarios y derivados de las rutas metabólicas fenilpropanoide y shikimato. La conversión de L-fenilalanina a ácido trans-cinámico es el paso inicial de la ruta biosintética de fenilpropanoides, reacción que es catalizada por la fenilalaninaamonioliasa (FAL),

una enzima reguladora de la síntesis de fenoles (Olaya, 2009). Estos compuestos enzimáticos permanecen activos durante las etapas finales del crecimiento fisiológico del fruto e inicios del estado de maduración favorece la biosíntesis de los compuestos fenólicos, hasta llegar al estado sobre maduro o fase de senescencia donde se nota una disminución de las moléculas de polifenoles, que podría ser explicado por el alto metabolismo oxidativo que en esta fase favorece la aparición de especies reactivas de oxígeno singlete (EROS). Este comportamiento de los fenoles coincidió con estudios en otras frutas tropicales como el zapote mamey, zapote negro, banano y mango (Arellano-Gómez et al., 2005). Esto podría explicarse también por los tiempos de liofilización y la reducida inactivación de enzimas oxidativas (polifenol oxidasa, peroxidasa, ascorbato oxidasa) responsables de la degradación de compuestos fenólicos (Santacatalina et al., 2015).

Los antioxidantes son moléculas capaces de inhibir, reducir o ralentizar los procesos oxidativos en otras moléculas secuestrando especies reactivas de oxígeno y/o nitrógeno (ROS/RNS), quedando metales de transición, donando átomos de hidrógeno y/o electrones, inhibiendo enzimas implicadas en el estrés oxidativo, y regular y/o proteger el sistema de defensa endógeno (Arruda et al., 2019). En la fruta de *V. chachapoyensis* sp. nov. Se encontraron valores significativos 106.15 ($\mu\text{mol TE/g}$) para la capacidad antioxidante, siendo superiores a los reportado para *V. pubescens* (Vega-Gálvez et al., 2022)

El contenido de β -caroteno en la muestra de *V. chachapoyensis* sp. nov. Fue 87.30 Mg B-caroteno equivalente/100g peso seco y 88.06 mg licopeno/100g de peso seco para el estado maduro y verde respectivamente, a comparación los reportado para fruta fresca fue menor que los reportados previamente para *V. weberbaueri* (Culquimboz Servan & Escudero Rodas, 2018). Una posible razón podría ser que la piel y la pulpa de *V. pubescens* se tornaron más amarillas que rojas al madurar. Nuestros resultados indicaron que el secado por liofilización preservó mejor el contenido de β -caroteno ya que este pigmento es sensible a la temperatura. La disminución del contenido de β -caroteno con el aumento de la temperatura de secado indicó que el β -caroteno era susceptible de degradación, isomerización y oxidación, especialmente a altas temperaturas (Grández-Yoplac et al., 2021; Zhao et al., 2021)

V. CONCLUSIONES

Se logró determinar los compuestos bioactivos del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov. Encontrando diferencias significativas respecto al contenido de fenoles totales en los tres estados de madurez del fruto de *V. chachapoyensis* sp. nov., logrando un mayor contenido en estado sazón 13150 mg AGE/100g muestra seca, se encontró valores significativos 106.15 ($\mu\text{mol TE/g}$) para la capacidad antioxidante en estado sazón y para el b-caroteno y licopeno se cuantificó 87.30 Mg B-caroteno equivalente/100g y 88.06 mg licopeno/100g de peso seco para el estado maduro y verde respectivamente; en gran porcentaje de los compuestos se expresan con mayor intensidad para los estados sazón y maduro, datos consistentes y relacionados con otras investigaciones realizados en frutos de *Vasconcellea*.

El estado de madurez influye directamente en el contenido de compuestos bioactivos, ya que durante la madurez se presentan los procesos de biosíntesis los que generan mayor concentración del contenido de carotenoides, compuestos fenólicos, antioxidantes, °Brix, color característico de la fruta y la reducción parcial de los ácido orgánicos y otros compuestos; estos compuestos hacen que la fruta tenga un comportamiento diferente en su estado fisiológico, prolongando su vida útil y saber en qué estado de madurez se pueda recolectar para aprovechar mejor sus compuestos bioactivos.

VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar estudios cuantitativos de los compuestos bioactivos utilizando técnicas de cromatografía líquida que permitan obtener e identificar en específico que compuestos fenólicos y antioxidantes posee estos tipos de frutos de *V. chachapoyensis* sp. nov. Para poder darle mayor importancia económica y desarrollar una diversidad de subproductos, permitiendo mejorar la calidad de vida de las familias involucradas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abedigamba, O., Mndeme, F., Mawire, A., & Bahadur, I. (2023). Thermo-physical properties and thermal energy storage performance of two vegetable oils. *Journal of Energy Storage*, 61(January), 106774. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.106774>
- Arellano-Gómez, L. A., Saucedo-Veloz, C., & Arévalo-Galarza, L. (2005). Biochemical and physiological changes during ripening of black sapote fruit (*Diospyros digyna* Jacq.). *Agrociencia*. <https://www.researchgate.net/publication/288809101>
- Arruda, H. S., Araújo, M. V. L., & Marostica Junior, M. R. (2022). Underexploited Brazilian Cerrado fruits as sources of phenolic compounds for diseases management: A review. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 5, 100148. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHMS.2022.100148>
- Arruda, H. S., Silva, E. K., Pereira, G. A., Angolini, C. F. F., Eberlin, M. N., Meireles, M. A. A., & Pastore, G. M. (2019). Effects of high-intensity ultrasound process parameters on the phenolic compounds recovery from araticum peel. *Ultrasonics Sonochemistry*, 50, 82–95. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2018.09.002>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity* (Vol. 28).
- Cruz, R., Chavez, S. G., & Fernández-Jeri, A. B. (2021). Actividad antioxidante y ácidos grasos de aceite de semillas de siete frutas nativas de la región Amazonas , Perú Antioxidant activity and fatty acids of seed oil of seven native fruits of the Amazon region , Peru. *Información Tecnológica*, 32, 141–148.
- Culquimboz, S. L. J., & Escudero, R. J. (2018). *Evaluación in vitro de la actividad antioxidante , antielastasa y anticologenasa en el extracto etanólico del fruto de Vasconcellea weberbaueri (Harms) V . M . Badillo y determinación de la actividad fotoprotectora in vitro en una crema base*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

- Culquimboz Servan, L. J., & Escudero Rodas, Jackeline. (2018). *Evaluación in vitro de la actividad antioxidante, antielastasa y anticologenasa en el extracto etanólico del fruto de Vasconcellea weberbaueri (Harms) V. M. Badillo y determinación de la actividad fotoprotectora in vitro en una crema base*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Fu, L., Xu, B. T., Xu, X. R., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xia, E. Q., & Li, H. bin. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*, 129(2), 345–350. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.079>
- Grández-Yoplac, D. E., Mori-Mestanza, D., Muñoz-Astecker, L. D., Cayo-Colca, I. S., & Castro-Alayo, E. M. (2021). *Kinetics Drying of Blackberry Bagasse and Degradation of Anthocyanins and Bioactive Properties*. <https://doi.org/10.3390/antiox>
- Jiang, T., Mao, Y., Sui, L., Yang, N., Li, S., Zhu, Z., Wang, C., Yin, S., He, J., & He, Y. (2019). Degradation of anthocyanins and polymeric color formation during heat treatment of purple sweet potato extract at different pH. *Food Chemistry*, 274, 460–470. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.141>
- Mora-Zúñiga, A. E., Treviño-Garza, M. Z., Amaya, C. A., Galindo, S. A., Castillo, S., Martínez-Rojas, E., Rodríguez-Rodríguez, J., & Báez-González, J. G. (2022). Comparison of Chemical Composition, Physicochemical Parameters, and Antioxidant and Antibacterial Activity of the Essential Oil of Cultivated and Wild Mexican Oregano *Poliomintha longiflora* Gray. *Plants*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/plants11141785>
- Moreno, E., Ortiz, B. L., & Restrepo, L. P. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Revista Colombiana de Química*, 43.
- Nicklisch, S. C. T., & Waite, J. H. (2014). Optimized DPPH assay in a detergent-based buffer system for measuring antioxidant activity of proteins. *MethodsX*, 1, e233–e238. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2014.10.004>
- OLAYA, J. A. (2009). *ESTUDIO DEL CONTENIDO DE FENOLES Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN 3 VARIEDADES DE GUAYABA*

(*Psidium guajava* L) COLOMBIANA EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ [TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78439/TESIS%20MAESTRIA%20%20JULIO%20OLAYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). *Original Contribution ANTIOXIDANT ACTIVITY APPLYING AN IMPROVED ABTS RADICAL CATION DECOLORIZATION ASSAY.*
- Santacatalina, J. V., Ahmad-Qasem, M. H., Barrajon-Catalan, E., Micol, V., Garcia-Perez, J. V., & Carcel, J. A. (2015). Use of Novel Drying Technologies to Improve the Retention of Infused Olive Leaf Polyphenols. *Drying Technology*, 33(9), 1051–1060.
<https://doi.org/10.1080/07373937.2014.982251>
- Soncco, W. (2020). *Evaluación del efecto sous vide sobre el contenido de vitamina C, compuestos fenólicos, firmeza y color de la papaya de altura (Carica pubescens) en rodajas.* Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Tineo, D., Bustamante, D. E., Calderon, M. S., Mendoza, J. E., Huaman, E., & Oliva, M. (2020). An integrative approach reveals five new species of highland papayas (Caricaceae , Vasconcellea) from northern Peru. *PLOS ONE*, 1–26. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242469>
- Uribe, E., Delgadillo, A., Giovagnoli-Vicunã, C., Quispe-Fuentes, I., & Zura-Bravo, L. (2015). Extraction techniques for bioactive compounds and antioxidant capacity determination of chilean papaya (*Vasconcellea pubescens*) fruit. *Journal of Chemistry*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/347532>
- Vargas-León, E. A., Díaz-Batalla, L., González-Cruz, L., Bernardino-Nicanor, A., Castro-Rosas, J., Reynoso-Camacho, R., & Gómez-Aldapa, C. A. (2018). Effects of acid hydrolysis on the free radical scavenging capacity and inhibitory activity of the angiotensin converting enzyme of phenolic compounds of two varieties of jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). *Industrial*

Crops and Products, 116, 201–208.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.044>

Vega-Gálvez, A., Uribe, E., Pastén, A., Vega, M., Poblete, J., Bilbao-Sainz, C., & Chiou, B. Sen. (2022). Low-temperature vacuum drying as novel process to improve papaya (*Vasconcellea pubescens*) nutritional-functional properties. *Future Foods*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100117>

Zhao, C. C., Ameer, K., & Eun, J. B. (2021). Effects of various drying conditions and methods on drying kinetics and retention of bioactive compounds in sliced persimmon. *LWT*, 143, 111149.
<https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111149>

ANEXOS

Tabla 1

Contenido total de los compuestos bioactivos de fruto de maushan en sus tres estados de madurez.

Muestra	CFT (mg AGE/100g)	ABTS umol TE/g	DPPH %	AT (mg/g)	Carotenoides Mg B-caroteno equivalente/100g peso seco	Licopeno mg licopeno/100g de peso seco	°Brix	Índice de Refracción	pH
MAUSHAN VERDE	5738.89	105.65	78.44	0.00	86.68	88.06	3	1.34	4.83
MAUSHAN VERDE	5827.78	105.90	78.44	0.00	86.20	88.06	2.9	1.34	4.7
MAUSHAN VERDE	5727.78	105.90	77.96	0.00	86.19	87.88	3	1.34	4.8
MAUSHAN VERDE	5827.78	106.15	77.96	0.00	87.21	88.06	3	1.34	4.6
MAUSHAN SAZON	12727.78	106.15	82.17	0.00	85.32	87.06	7	1.343	4.32
MAUSHAN SAZON	12683.33	106.15	82.17	0.00	84.89	87.46	6.9	1.343	4.29
MAUSHAN SAZON	13150.00	105.78	82.17	0.00	85.77	86.68	6.9	1.343	4.3
MAUSHAN SAZON	12594.44	106.15	82.17	0.00	85.77	86.52	7	1.343	4.31
MAUSHAN MADURO	9905.56	106.03	90.93	8.68	86.29	75.02	8.1	1.344	4.32
MAUSHAN MADURO	9472.22	106.15	90.93	5.01	86.40	73.67	8	1.344	4.4
MAUSHAN MADURO	9705.56	106.03	88.34	5.68	87.30	73.68	8	1.344	4.43
MAUSHAN MADURO	9316.67	106.03	88.34	3.17	72.29	73.67	8	1.344	4.45

Figura 4

Curva de calibración para determinar los fenoles totales en el fruto de maushan en sus tres estados de madurez

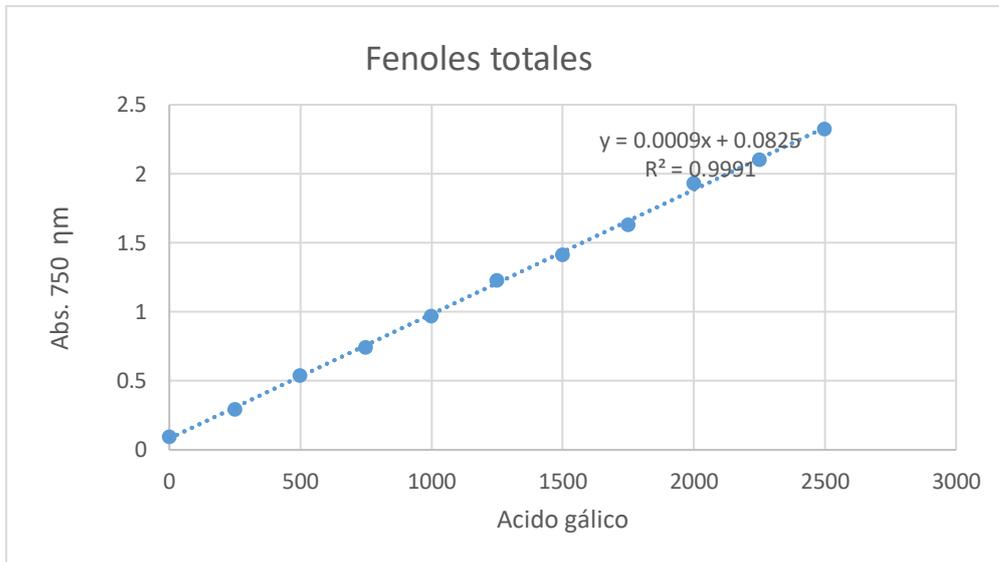


Figura 5

Curva de calibración para determinar los antioxidantes en el fruto de maushan en sus tres estados de madurez

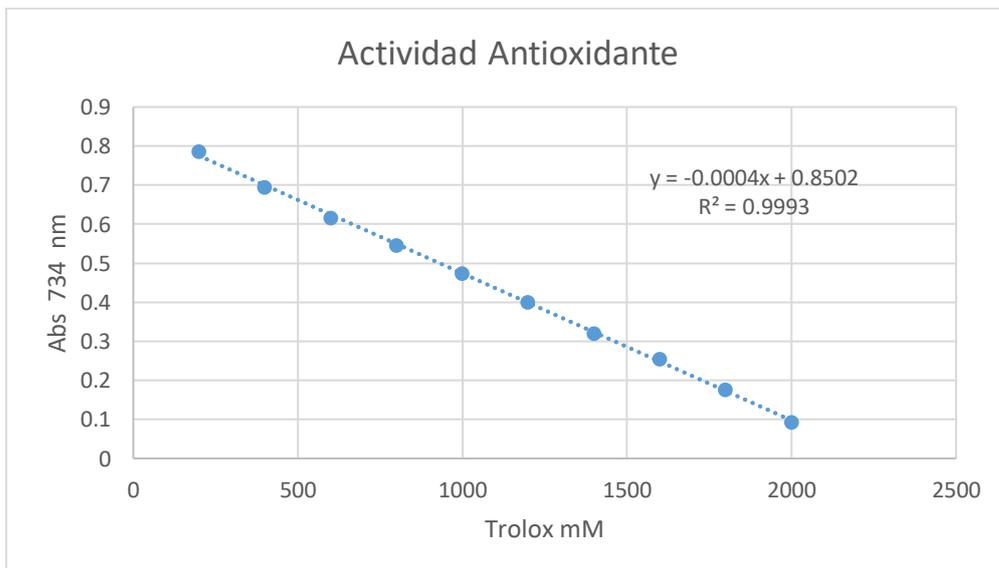


Figura 6

Fruto de V. chachapoyensis sp. nov. en estado maduro.



Figura 7

Fruto de V. chachapoyensis sp. nov. en estado sazón.



Figura 8

Fruto de V. chachapoyensis sp. nov. en estado verde.



Figura 9

Corte transversal y longitudinal del fruto de V. chachapoyensis sp. nov. en sus estados de madurez



Figura 10

Proceso de trituración de muestras liofilizadas del fruto de V. chachapoyensis sp. nov. en sus tres estados.



Figura 11

Extractos del fruto de V. chachapoyensis sp. nov. en sus tres estados de madurez

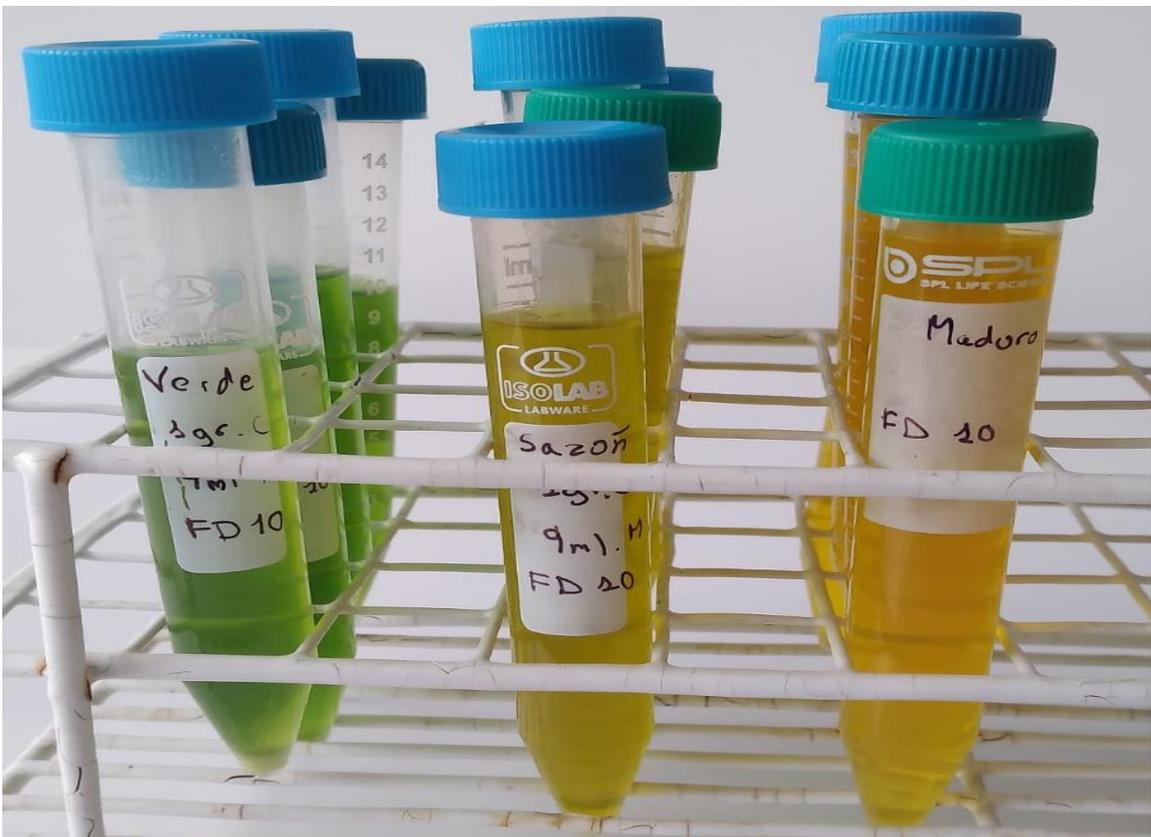


Figura 12

Análisis fisicoquímico de los extractos de V. chachapoyensis sp. nov. en sus tres estados de madurez



Figura 13

Análisis fisicoquímico de los extractos de V. chachapoyensis sp. nov. en sus tres estados de madurez

