

**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**

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA PULPA
DE BABACO (*Vasconcellea × heilbornii*) EN DOS ESTADOS
DE MADUREZ PROCEDENTE DE TRES LUGARES DE
LA REGIÓN AMAZONAS”**

Autor: Bach. Bety Fany Mejia Araujo

Asesor: Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernandez

Registro (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

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): MEJIA ARAUZO BETY FÁNY
DNI N°: 46804281
Correo electrónico: fanyma_18@hotmail.com
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

"Caracterización físicoquímica de la pulpa de babaco (Vasconcellea x heilbornii) en dos estados de madurez proveniente de tres lugares de la región Amazonas."

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Cruzalegui Fernandez Robert Javier
DNI, Pasaporte, C.E N°: 41717033
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0002-0959-9713>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____

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
4:00.00-- Ciencias Agrarias / 4:04.00-- Biotecnología Agrícola / 4.04.01-- Biotecnología Agrícola y de Alimentos

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, 26 / septiembre / 2022


Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios:

Por bendecirme, al otorgarme los conocimientos necesarios para poder culminar esta investigación; por cuidar de mí y de mi familia que son mi fortaleza para enfrentar las adversidades.

A mi padre y mi madre

José y Naty por ser los padres abnegados que yo necesito en todas las etapas de mi vida, por su amor sin límites, por su apoyo incondicional y por luchar conmigo para lograr mis metas.

A mi familia:

A mi esposo y mis hermanos por el apoyo moral y económico que me han brindado para poder desarrollar este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por darme la vida, mi educación y fortalezas para cumplir cada uno de mis metas.

Agradezco a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, autoridades y docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes compartieron sus conocimientos para formaron parte de mi formación profesional.

Al Ing. Mg. Robert Javier Cruzalegui Fernández mi asesor de tesis, por todo el apoyo, consejos y conocimientos brindados para poder desarrollar mi trabajo de investigación y poder cumplir mi objetivo.

A todas las personar que estuvieron apoyándome de una y otra manera para cumplir con el desarrollo de mi trabajo de investigación, a mi amiga Rosita por sus consejos, ayuda y enseñanzas brindadas y a mis hermanos que estuvieron conmigo cada día apoyándome.

A todos ustedes por su apoyo incondicional y desinteresado que formaron parte de este trabajo de investigación y poder terminarlo satisfactoriamente.

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

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUÍ

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

Ing. Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "Caracterización fisicoquímica de la pulpa de babaco (vasconcellea x heilbornii) en dos estados de madurez procedente de tres lugares de la región Amazónica."; del egresado Bety fany Mejía Araujo 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, 24 de agosto de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui fernandez

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



D. Sc. Elena Victoria Torres Mamani
Presidenta



Ing. MsC. Grobert Amado Guadalupe Chuqui
Secretario



Ing. MsC. Segundo Grimaldo Chavez Quintana
Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

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

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

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

CARACTERIZACIÓN HISTOQUÍMICA DE LA PULPA DE BABACO (*Vasconcellea x heilbrunnii*)
EN DOS ESTADOS DE MADUREZ PROCEDENTE DE TRES LUGARES DE LA REGIÓN AMAZONAS

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Bach. BETY FANY MEJIA ARAUSO

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

con correo electrónico institucional 031005A122@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 19 % 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.
- 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, 5 de agosto del 2022

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

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 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 19 de 09 del año 2022, siendo las 15:00 horas, el aspirante: Bety Fany Mejía Arawio, asesorado por Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernandez defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Caracterización físicoquímica de la pulpa de bobaco (Vasconcellea x heilbornii) en dos Estados de Madurez Procedente de tres Lugares 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: Dra. ELENA Victoria Torres Mamani

Secretario: Ing. M.Sc. Grobert Amado Guadalupe Chuqui

Vocal: Ing. M.Sc. Segundo Simaldo Chavez Quintana



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 considere 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 16:46 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:
.....

ÍNDICE DEL CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE DEL CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLA	xii
ÍNDICE DE FIGURA.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	18
2.1. Material	18
2.2. Métodos y técnicas.....	18
III. RESULTADOS	23
3.1. Tamaño de los frutos de babaco.....	24
3.2. Peso de los frutos de babaco	25
3.3. pH.....	26
3.4. Acidez de los frutos de babaco.....	27
3.5. Contenido de humedad.....	28
3.6. Sólidos solubles totales de frutos de babaco	29
3.7. Contenido de fibra de los frutos de babaco	30
3.8. Capacidad antioxidante de los frutos de babaco	31
3.9. Polifenoles totales de los frutos del babaco	32
IV. DISCUSIÓN	34
V. CONCLUSIONES	36
VI. RECOMENDACIONES.....	37

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Características fisicoquímicas de frutos de babaco procedente de tres lugares distintos y dos estados de madurez.	23
Tabla 2. <i>Comparaciones múltiples del tamaño de V. × heilbornii de tres procedencias distintas</i>	24
Tabla 3. Comparaciones múltiples del peso de V. × heilbornii de tres procedencias distintas	26
Tabla 4. Comparaciones del contenido de fibra entre parejas de los lugares de procedencia de V. × heilbornii.....	31
Tabla 5. Resultados de los análisis fisicoquímicos de V. x heilbornii	41
Tabla 6. Prueba de Kruskal-Wallis para el lugar de procedencia de V. × heilbornii....	42
Tabla 7. P Prueba de Kruskal-Wallis para el estado de madurez de la fruta.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación del tamaño de <i>V. × heilbornii</i> procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.	24
Figura 2. Comparación del peso de <i>V. × heilbornii</i> procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.	26
Figura 3. Comparación del pH de <i>V. × heilbornii</i> procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.	27
Figura 4. Comparación de la acidez de <i>V. × heilbornii</i> procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.	28
Figura 5. Comparación de la humedad de <i>V. × heilbornii</i> procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.	29
Figura 6. Comparación de los sólidos solubles totales de <i>V. × heilbornii</i> procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.	30
Figura 7. Comparación de la actividad antioxidante de <i>V. × heilbornii</i> procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.	32
Figura 8. Comparación del contenido de fenoles totales de <i>V. × heilbornii</i> procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.	33
Figura 9. Determinación del peso de las frutas.	44
Figura 10. Pulpeado de la fruta para los análisis.	44
Figura 11. Determinación del contenido de acidez.	45
Figura 12. Determinación de sólidos soluble totales.	45
Figura 13. Determinación del contenido de fibra.	46

RESUMEN

El propósito de investigación fue determinar las características fisicoquímicas y compuestos bioactivos en pulpa de babaco (*Vasconcellea × heilbornii*) en dos estados de madurez; verde y maduro. Las muestras de babaco se recolectaron de tres provincias ubicadas en la región Amazonas, Perú, para determinar las características fisicoquímicas y compuestos bioactivos. Adicionalmente se determinaron valores biométricos como tamaño y peso. Los resultados de las características fisicoquímicas como pH, humedad y sólidos solubles totales no tuvieron diferencia significativa a excepción del contenido de fibra; mientras que todas mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$), cuando se analizaron de acuerdo a los dos estados de madurez de la fruta. Para el análisis de la actividad antioxidante y fenoles totales se utilizaron los métodos DPPH y Folin – Ciocalteu respectivamente; obteniendo mayor actividad antioxidante y fenoles en estado de madurez verde y maduro con valores medios de $79,02 \pm 3,44$ y $10,39 \pm 0,19$ respectivamente. El estado de madurez afecta significativamente en las propiedades fisicoquímicas del babaco, asimismo, el babaco resulta ser una fuente muy importante de compuestos bioactivos que pueden ser aprovechados por industria alimentaria.

Palabras clave: Babaco, fisicoquímico, bioactivos, antioxidantes, fenoles

ABSTRACT

The purpose of the research was to determine the physicochemical characteristics and bioactive compounds in pulp of babaco (*Vasconcellea × heilbornii*) in two stages of maturity; green and ripe. Babaco samples were collected from three provinces located in the Amazon region, Peru, to determine the physicochemical characteristics and bioactive compounds. Additionally, biometric values such as size and weight were determined. The results of the physicochemical characteristics such as pH, humidity and total soluble solids did not have a significant difference, except for the fiber content; while all of them showed significant differences ($p < 0.05$), when they were analyzed according to the two maturity stages of the fruit. For the analysis of antioxidant activity and total phenols, the DPPH and Folin – Ciocalteu methods were used, respectively; obtaining higher antioxidant activity and phenols in the green and mature state of maturity with mean values of 79.02 ± 3.44 and 10.39 ± 0.19 respectively. The state of maturity significantly affects the physicochemical properties of the babaco, likewise, the babaco turns out to be a very important source of bioactive compounds that can be used by the food industry.

Keywords: Babaco, physicochemical, bioactive, antioxidants, phenols

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el cuidado de la salud y la alimentación a consecuencia del coronavirus (SARS-CoV-2), viene siendo un aspecto fundamental, por lo que la población en general está optando por la producción y adquisición de alimentos saludables de origen vegetal, principalmente las frutas y hortalizas (Banco de noticias, 2020); con fuentes ricas en vitaminas C, D, zinc, antioxidantes y otros compuestos bioactivos que permita fortalecer el sistema inmunológico en personas de diferentes edades (Matey, 2020). En este contexto es necesario realizar estudios diversos para caracterizar e identificar propiedades nutricionales de frutos naturales que encontramos en nuestro entorno y así poderlos hacer parte de nuestra dieta alimentaria.

El babaco (*Vasconcellea × heilbornii*), es una fruta nativa originaria de las zonas altoandinas, que se cultiva en las huertas utilizando fertilización orgánica, a partir de los cuales se realizan diversas bebidas, helados, entre otros; y que son del agrado para los consumidores por sus características organolépticas. Sin embargo, existe escasos estudios sobre el valor nutricional del babaco que limita el aprovechamiento, consumo y producción del mismo. (Auquiñivin et al. 2020).

El valor nutricional, se determina mediante la evaluación de las propiedades fisicoquímicas (PF). Basados en ello, se han realizado estudios referentes a la familia Caricaceae a la cual pertenece el babaco. Las PF comúnmente evaluadas en el babaco fueron pH, sólidos solubles totales (SST), Acidez titulable (TA), humedad, cenizas y fibra, registrando 5,5, 4,5, 0,045 %, 75 %, 1,62 % y 15,5 % respectivamente (Matamoros, 2018); también Auquiñivin et al. (2020), obtuvo resultados del valor nutricional de papayas (*Carica papaya* L. cv. Maradol en función a sus estados de madurez, factor importante para la cosecha y aceptación de papayas silvestres frescas para realizar el proceso de transformación (Rodríguez et al., 2014; Barragán et al., 2018).

El estado de madurez de las frutas y hortalizas es determinante en su contenido nutricional y posterior valor agregado para su aprovechamiento en la industria alimentaria, especialmente esto se refleja en las propiedades antioxidantes que presenta, Buelvas (2017) encontró mayor capacidad antioxidante (CA) en papayas en estado de madurez verde; Hernández et al. (2014) registró actividad antioxidante equivalente a TROLOX (mM/100g) = 0,49, sugiriendo a la papaya como una fuente alternativa de consumo de

compuestos antioxidantes en la dieta, además siendo un referente para evaluar la presencia de estos compuestos en el babaco; fruto nativo que aún no se ha estudiado totalmente.

Estudios han reportado presencia de contenido fenólico (CF) en papaya a diferentes estados de maduración, es así que Ong et al. (2013) registraron valores entre 0.515 – 0.686 mg equivalentes de ácido gálico g^{-1} FW de CF, correspondientes a madurez verde y maduro, indicando que el contenido fenólico es mayor mientras la fruta va incrementando su estado de madurez, esta tendencia coincide con lo reportado por Buelvas (2017) y Addai et al. (2013), lo que indica que la papaya madura es una fuente rica en compuestos fenólicos.

Estudios de Navarro (2017), Cuesta (2013) y Márquez et al. (2009) evaluaron el origen o procedencia de frutos como factor determinante en la variación de los valores nutricionales, debido a condiciones climáticas o ambientales, esto se puede contrastar con estudios realizados en frutas nativas como Sacha tomate (*Solanum betaceum*) y uchuva, donde se evaluó la influencia del lugar de procedencia respecto a las propiedades fisicoquímicas de las frutas en un solo estado de madurez, reportando influencia estadística significativa sobre las PF de estos frutos; basado en esto podemos inferir que variaciones entre las PF encontradas por los autores antes mencionados como Matamoros (2018) y Auquiñivin et al. (2020), pueden ser resultado de la diferencia de regiones donde se produce y realizó las evaluaciones del babaco.

Finalmente, manifestar que existe una creciente demanda de los consumidores por conocer el valor nutricional de nuestras dietas, muchas de ellas procedentes de fuentes de origen químico y otras de fuentes como las frutas y hortalizas con la intención de saber las funciones que cumplen en el organismo. Por lo tanto, esta investigación tiene por objetivo caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la pulpa del babaco en dos estados de madurez, provenientes de tres lugares de la región Amazonas.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Material

Los frutos de babaco fueron recolectados de huertos ubicadas en los distritos de Chachapoyas, Luya y Pedro Ruiz, pertenecientes a las provincias de Chachapoyas, Luya y Bongará respectivamente; en dos estados de madurez visual, verde (> 90% color verde) y maduro (> 90% color amarillo) de acuerdo a Coro (2017). La recolección estuvo estructurada de la siguiente manera: 6 frutos por unidad de análisis que, multiplicados por los 3 lugares de procedencia y 2 estados de madurez, se tuvo una muestra total de 36 frutos de babaco.

Los frutos de babaco se trasladaron a las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, donde se evaluaron parámetros biométricos como peso y tamaño utilizando una balanza gramera modelo AE9XH93 y una cinta métrica respectivamente. Se realizaron tratamientos de lavado y desinfección mediante la aplicación de hipoclorito de sodio a 50 ppm de concentración; eliminación de cáscara y semillas, obteniendo finalmente un extracto de babaco fresco distribuido para su análisis de acuerdo a cada factor de evaluación, donde finalmente se evaluó propiedades fisicoquímicas.

2.2. Métodos y técnicas

La investigación fue de tipo descriptivo ya que buscó caracterizar las propiedades fisicoquímicas del babaco teniendo en cuenta la procedencia de las muestras. Para ello se utilizaron medidas de posición y de dispersión para su análisis.

2.2.1. Técnicas

Peso de la fruta

Se midió utilizando una balanza digital modelo AE9XH93, registrando los datos de cada una de las muestras provenientes de los distritos de Chachapoyas, Luya y Pedro Ruiz.

Tamaño de la fruta

Se midió utilizando una cinta métrica (cm) tomando como referencia dos medidas, tanto horizontal (diámetro) y vertical.

Potencial de hidrogeno

Para determinar el potencial de hidrógeno (pH), se utilizó la metodología descrita por Hernández. (2012) modificada a las condiciones del Laboratorio, mediante la utilización de un pH - metro digital modelo 96I5S LAQUA.

Acidez titulable

Para determinar la acidez titulable, se midió de acuerdo al método de acidez titulable propuesto por la A.O.A.C. (2000). En 10 mL de muestra se añadió 3 - 5 gotas del indicador fenolftaleína, finalmente se realizó la titulación con hidróxido de sodio 0,1 N, hasta lograr producir el cambio de coloración a rojo grosella (Caballero & Paredes, 2017). Mediante la siguiente fórmula se determinó el porcentaje de acidez:

$$\% \text{ acidez} = \frac{N.V.Peq}{W} \times 100$$

Donde:

N = normalidad de la solución NaOH

V = ml de NaOH gastados de la titulación

Peq = peso equivalente del ácido orgánico predominante (ácido málico 0,067).

W = peso de la muestra

Sólidos solubles

Se determinó con un refractómetro digital modelo MA871 en unidades de °Brix utilizando el método de la A.O.A.C. (1990) adecuado al Laboratorio de Ingeniería. Se extrajo la muestra (gramos de pulpa) y se colocó en el prisma del refractómetro, observando los valores determinados por el equipo para cada muestra preparada por lugar de procedencia y estado de madurez.

Humedad

Se realizó mediante el método gravimétrico basado en las técnicas de la A.O.A.C. (2005), para lo cual se pesó 2 g de muestra y se secó en estufa modelo EC 55 ECO, Ecocell a 80°C x 16 horas. Pasado ese tiempo se pesó en caliente, cada seis horas y tomó los datos del peso. El porcentaje de humedad fue calculado con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso final de la pulpa}}{\text{Peso inicial de la pulpa}} \times 100$$

Contenido de fibra bruta

La fibra fue cuantificada mediante la metodología por hidrólisis ácida y básica según lo descrito por la A.O.A.C. (2005), en el procedimiento en un equipo modelo TE-149. Asimismo, para el cálculo del contenido de fibra se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\% F = \frac{WC-WA-WD}{WB} \times 100$$

Dónde:

% F: Porcentaje de Fibra Bruta (%).

WA: Peso de la bolsa vacía (g).

WB: Peso de la muestra (g).

WC: Peso del conjunto crisol – bolsa – extracto (g).

WD: Peso del conjunto crisol – cenizas (g).

Capacidad antioxidante

Para la evaluación de la capacidad antioxidante se utilizó el método DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo), en el cual un compuesto antioxidante puede donar hidrógeno, lo que conduce a su reducción produciendo un cambio de color de violeta intenso a amarillo claro (Kadiri et al., 2017). Para determinar la actividad antioxidante se realizaron los siguientes pasos:

- Preparación de 100 ml de solución de DPPH en metanol de 50 mg/L.
- Preparación de solución metanólica en una concentración de 300 ug/ml (600 ug/ 2ml) (Solución A).
- Se utilizó un blanco con metanol agua en proporciones de 2:1 para ajustar el espectrofotómetro a cero.
- El blanco de muestra se preparó en 0.75 ml de muestra (solución A) y 1.5 ml de metanol.
- El patrón de referencia se preparó con 1.5 ml de DPPH y 0.75 ml de agua. También, se preparó muestra con 0.75 ml de la solución A y 1.5 ml de DPPH, hasta obtener una concentración de 100 ug/ml, dejándose x 5 min.
- Se tomó la lectura con una absorbancia de 517 nm en un espectrofotómetro UV / Visible (SECOMAM, Uvline-9400), en el Laboratorio de Biología de la UNTRM.
- La absorbancia del patrón de referencia y del blanco de la muestra para poder leer adecuadamente se realizó por triplicado.
- finalmente, se calculó en % de captación de radicales libres (DPPH) aplicando la fórmula que se detalla a continuación:

$$\text{Actividad Antioxidante (\%)} = \left[1 - \frac{A2-A3}{A1} \right] * 100$$

Donde:

A1: Absorbancia del patrón de referencia

A2: Absorbancia de la muestra

A3: Absorbancia del blanco de muestra

Contenido de polifenoles totales

Se determinó por el método de Folin - Ciocalteu adaptando el procedimiento de Hernández et al. (2014); para lo cual se realizó una dilución a los extractos de pulpa fresca de babaco de la siguiente manera:

- En 50 uL de cada disolución de extractos de babaco se llevó a los tubos de ensayo ya rotulados para preparar las mezclas.

- A la disolución obtenida se añadió 450 uL de agua ultra pura, 2500 uL de reactivo de Folin-Ciocalteu diluido (1:10) y 2000 uL de solución saturada de carbonato de sodio al 7.5% (w/v). Se mezclaron con un agitador eléctrico (vortex) por 10-15s.
- La mezcla se sometió a incubación por 5 minutos en una estufa a 50 °C, tratando de evitar en todo momento la luz.
- Después de genera la reacción se tomó lectura con una absorbancia de 760 nm usando un Espectrofotómetro UV / Visible (SECOMAM, Uvline-9400).
- Finalmente se cuantificó los fenoles totales en los extractos con la ayuda de los datos de la recta patrón de ácido gálico. Para ello se sustituyó el valor de la absorbancia obtenida para los extractos de las muestras de pulpa de babaco en la ecuación de la recta de calibrado (valor de la ordenada, “y”) y despejar “x” que corresponde a la concentración de ácido gálico los extractos.
- Para expresar los resultados obtenido en mg de ácido gálico por 100 gramos de pulpa de babaco, se tuvo en consideración la cantidad de disolvente utilizado en la extracción y la también la cantidad de muestra que se utilizó para realizar el análisis. Aplicando la siguiente fomula:

$$\left[\frac{\text{mg ácido gálico}}{100\text{g de pulpa deshidratada}} \right] = [[\quad] \text{ de AG de los extractos }] * \left[\frac{\text{Solvente de extracción}}{\text{g muestra deshidratada}} \right] * 100$$

Análisis de datos

Los datos por el tipo de distribución obtenido fueron procesados empleando la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis y comparaciones pareadas mediante la prueba de Bonferroni, empleando el software estadístico SPSS v.

III. RESULTADOS

Tabla 1

Características fisicoquímicas de frutos de babaco procedente de tres lugares distintos y dos estados de madurez.

Procedencia	Madurez	Tamaño (cm)	Peso (g)	pH	Acidez (%)	Humedad (%)	SST (°Brix)	Fibra (%)	Capacidad Antioxidante (%)	Contenido de fenoles totales (mg AGE/g)
Pedro Ruiz	Maduro	20,67 ± 0,50	562,65 ± 40,44	4,62 ± 0,15	0,44 ± 0,09	72,96 ± 1,10	7,70 ± 0,21	12,92 ± 1,21	27,45±3,84	9,19 ± 0,16
Pedro Ruiz	Verde	20,2 ± 0,46	548,06 ± 35,41	4,21 ± 0,10	0,76 ± 0,08	61,84 ± 1,28	7,07 ± 0,16	11,87 ± 0,93	76,27±2,16	7,26 ± 0,49
Luya	Maduro	23,78 ± 2,40	833,21 ± 147,82	4,40 ± 0,06	0,50 ± 0,08	71,30 ± 2,99	7,43 ± 0,16	13,74 ± 0,95	51,18±2,44	9,37 ± 0,19
Luya	Verde	21,58 ± 0,89	628,26 ± 71,92	4,07 ± 0,06	0,84 ± 0,03	59,11 ± 0,84	6,95 ± 0,19	12,62 ± 0,80	79,02±3,44	8,54 ± 0,07
Chachapoyas	Maduro	22,23 ± 1,45	699,31 ± 23,36	4,45 ± 0,07	0,60 ± 0,02	74,57 ± 0,95	7,83 ± 0,25	12,14 ± 1,08	60,00 ± 1,29	10,39 ± 0,19
Chachapoyas	Verde	20,78 ± 1,37	653,94 ± 83,21	3,90 ± 0,03	0,83 ± 0,03	65,92 ± 0,92	6,83 ± 0,12	11,28 ± 1,09	75,10 ± 3,82	8,25 ± 0,17

3.1. Tamaño de los frutos de babaco

Procedencia y estado de madurez de los frutos

Los frutos maduros obtenidos del distrito de Luya fueron estadísticamente de mayor tamaño ($p = 0,001$); alcanzando un promedio de $23,78 \pm 2,40$ cm en comparación con los de Chachapoyas con un promedio de $22,23 \pm 1,45$ cm y a los de Pedro Ruiz con un promedio de $20,67 \pm 0,50$ cm (Tabla 1); con respecto a los frutos verdes obtenidos del distrito de Luya fueron de mayor tamaño con un promedio de $21,58 \pm 0,89$ cm con respecto a los de Chachapoyas con un promedio de $20,78 \pm 1,37$ cm y Pedro Ruiz con $20,20 \pm 0,46$ cm (Tabla 1). Se observó que desde su estado de madurez verde hasta llegar a maduro alcanzo un mayor tamaño los frutos del distrito de Luya con respecto a los de Chachapoyas y Pedro Ruiz (Figura 1).

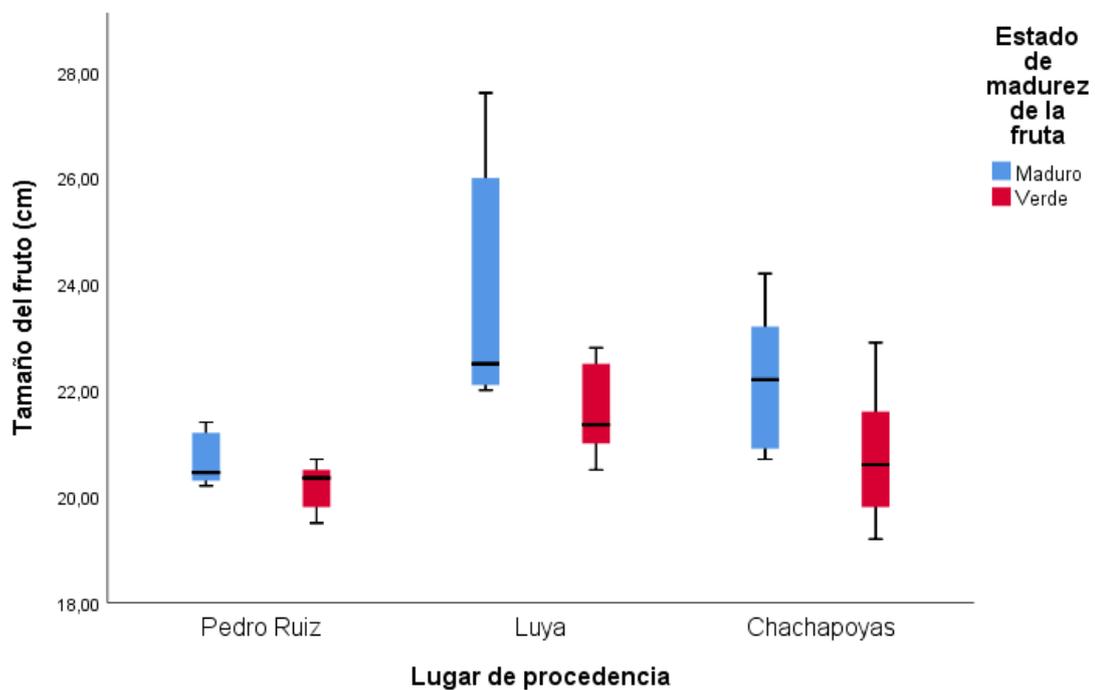


Figura 1

*Comparación del tamaño de *V. × heilbornii* procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.*

Tabla 2*Comparaciones múltiples del tamaño de *V. × heilbornii* de tres procedencias distintas*

Muestra 1 – Muestra 2	Estadístico de contraste	Error	Desv. estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Pedro Ruiz – Chachapoyas	-9,042	4,296	-2,104	0,035	0,106
Pedro Ruiz – Luya	-15,083	4,296	-3,511	0,000	0,001
Chachapoyas – Luya	6,042	4,296	1,406	0,160	0,479

3.2. Peso de los frutos de babaco**Procedencia de los frutos y Estado de madurez del fruto de babaco**

Los frutos maduros obtenidos del distrito de Luya fueron de mayor peso, pero estadísticamente similares ($p = 1,000$) a los de Chachapoyas con un promedio de $833,21 \pm 147,82$ g y $699,31 \pm 23,36$ g respectivamente, mientras los frutos maduros de Pedro Ruíz fueron más pequeños con un promedio de $548,06 \pm 35,41$ g (Tabla 1); con respecto a los frutos verdes, los frutos de mayor peso fueron los del distrito de Chachapoyas con un promedio de $653,94 \pm 83,21$ g, frente a los de Luya y Pedro Ruiz alcanzando pesos promedios de $628,26 \pm 71,92$ g y $548,06 \pm 35,41$ g respectivamente (Tabla 1). Se observó que los frutos con mayor peso alcanzado en estado de madurez maduro fueron los frutos evaluados del distrito de Luya con respecto a los de los distritos de Chachapoyas y Pedro Ruíz (Figura 2).

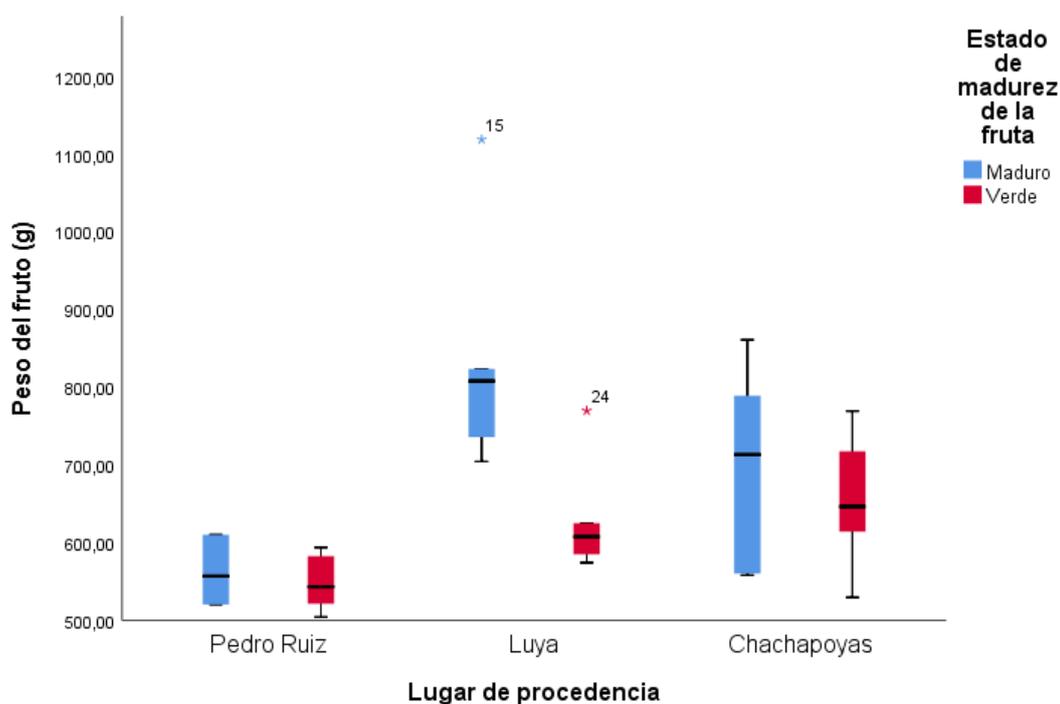


Figura 2

Comparación del peso de V. × heilbornii procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.

Tabla 3

Comparaciones múltiples del peso de V. × heilbornii de tres procedencias distintas.

Muestra 1 – Muestra 2	Estadístico de contraste	Error	Desv. estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Pedro Ruiz – Chachapoyas	-13,333	4,301	-3,100	0,002	0,006
Pedro Ruiz – Luya	-16,417	4,301	-3,817	0,000	0,000
Chachapoyas – Luya	3,083	4,301	0,717	0,473	1,000

3.3. pH

Procedencia de los frutos y Estado de madurez de los frutos

Los frutos maduros obtenidos del distrito de Pedro Ruiz tuvieron mayor pH ($p < 0,05$); alcanzando un promedio de $4,62 \pm 0,15$ en comparación con los de Chachapoyas y Luya con un promedio de $4,45 \pm 0,07$ y $4,40 \pm 0,06$ respectivamente (Tabla 1); respecto a los frutos verdes obtenidos del distrito de Pedro Ruiz tuvieron mayor pH con un promedio de $4,21 \pm 0,10$ con respecto a los de Luya y Chachapoyas con un promedio de $4,07 \pm 0,06$ y $3,90 \pm 0,03$ respectivamente (Tabla

1). Se observó que desde su estado de madurez verde hasta llegar a maduro alcanzo un pH mayor los frutos de provenientes de Pedro Ruiz con respecto a los de Chachapoyas y Luya respectivamente (Figura 3). Además, los frutos cosechados en estado de madurez maduro tuvieron mayor pH que los frutos cosechados en estado de madurez verde ($p < 0,05$), (Figura 3).

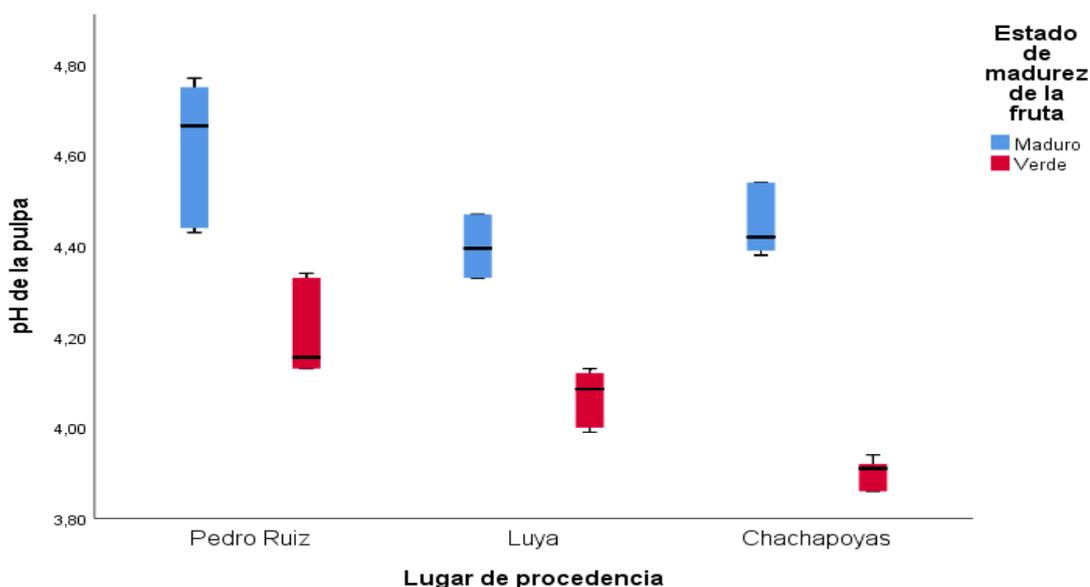


Figura 3

Comparación del pH de *V. x heilbornii* procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.

3.4. Acidez de los frutos de babaco

Procedencia de los frutos Estado de madurez de los frutos

Los frutos verdes obtenidos del distrito de Luya tuvieron mayor porcentaje de acidez titulable ($p < 0,05$); alcanzando un promedio de $0,84 \pm 0,03$ en comparación con los de Chachapoyas y Pedro Ruiz con un promedio de $0,83 \pm 0,03$ y $0,76 \pm 0,08$ respectivamente (Tabla 1); con respecto a los frutos Maduros obtenidos del distrito de Chachapoyas tuvieron mayor porcentaje de acidez titulable con promedio de $0,60 \pm 0,02$ con respecto a los de Luya y Pedro Ruiz con un promedio de $0,50 \pm 0,08$ y $0,44 \pm 0,09$ respectivamente (Tabla 1). Se observó que en su estado de madurez verde los frutos de Luya tuvieron mayor porcentaje de acidez titulable, pero hasta llegar a su estado maduro el que más bajo su porcentaje de acidez fueron

los procedentes de Pedro Ruiz con respecto a los de Chachapoyas y Luya (Figura 4).

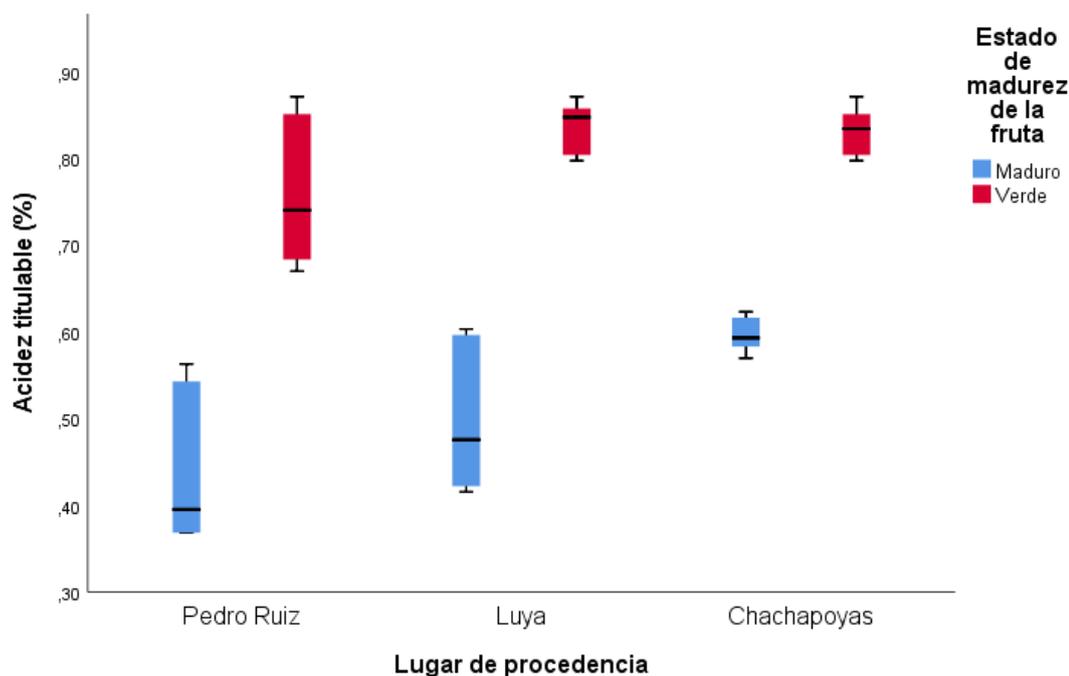


Figura 4

*Comparación de la acidez de *V. x heilbornii* procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.*

3.5. Contenido de humedad

Procedencia de los frutos Estado de madurez de los frutos

Los frutos verdes obtenidos del distrito de Chachapoyas presentaron mayor porcentaje de humedad ($p < 0.05$); con un promedio de $65,92 \pm 0,92$ en comparación con los de Pedro Ruiz y Luya con un promedio de $61,84 \pm 1,28$ y $59,11 \pm 0,84$ respectivamente (Tabla 1); con respecto a los frutos Maduros los que obtuvieron mayor porcentaje de humedad fueron los del distrito de Chachapoyas con un porcentaje de humedad promedio de $74,57 \pm 0,95$ con respecto a los de Pedro Ruiz y Luya con un promedio de $72,96 \pm 1,10$ y $70,44 \pm 0,09$ respectivamente (Tabla 1). Se observó que los frutos en su estado de madurez maduro alcanzaron mayor porcentaje de humedad respectivamente en los distritos de Pedro Ruiz y Chachapoyas (Figura 5).

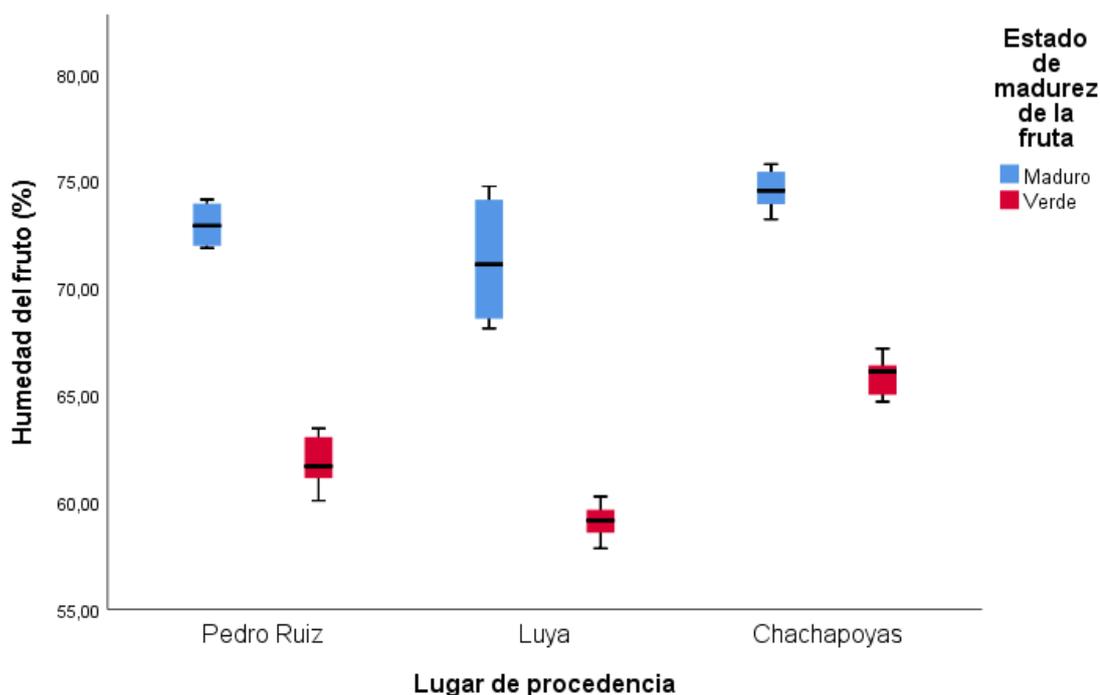


Figura 5.

*Comparación de la humedad de *V. x heilbornii* procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.*

3.6. Sólidos solubles totales de frutos de babaco

Procedencia de los frutos y Estado de madurez de los frutos

Respecto a los sólidos solubles totales (SST) los frutos maduros obtenidos del distrito de Chachapoyas tuvieron mayor contenido de SST ($p < 0,05$); con un porcentaje promedio de $7,83 \pm 0,25$ en comparación con los de Pedro Ruiz y Luya con un promedio de $7,70 \pm 0,21$ y $7,43 \pm 0,16$ respectivamente (Tabla 1); respecto a los frutos verdes obtenidos del distrito de Chachapoyas tuvieron mayor contenido de SST con un promedio de $6,83 \pm 0,12$ en comparación con los de Pedro Ruiz y Luya con un promedio de $7,07 \pm 0,16$ y $6,95 \pm 0,19$ respectivamente (Tabla 1). Se observó que desde su estado de madurez verde hasta llegar a su estado de madurez maduro alcanzo mayor contenido de SST los frutos de Chachapoyas con respecto a los frutos del distrito de Pedro Ruiz y Luya respectivamente (Figura 6).

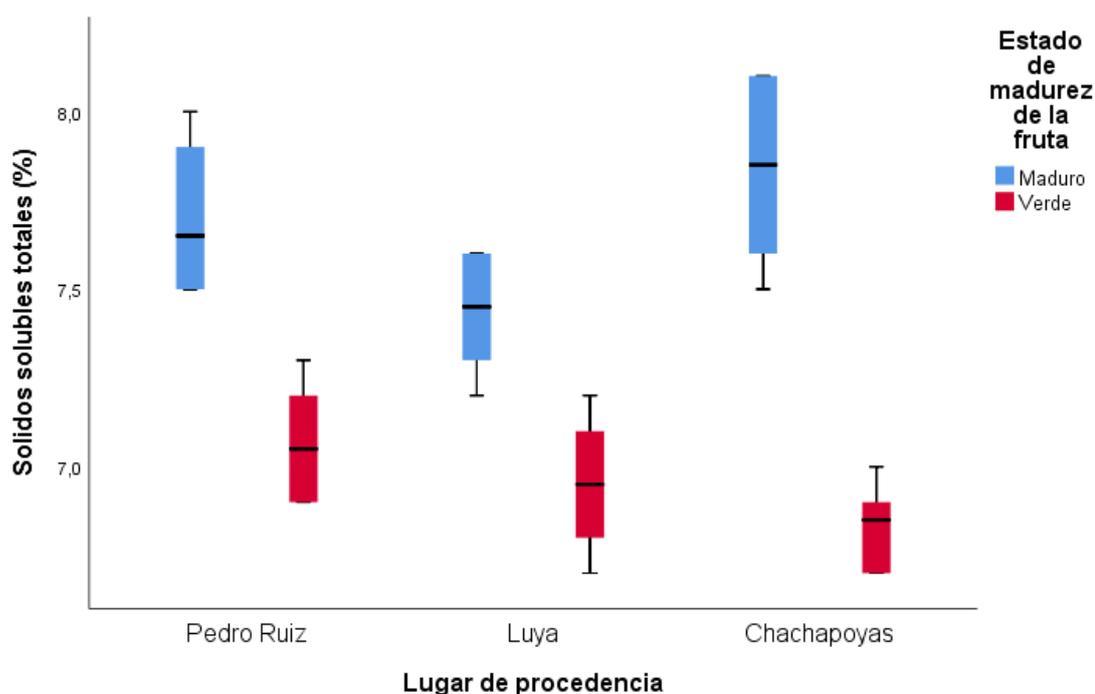


Figura 6

*Comparación de los sólidos solubles totales de *V. x heilbornii* procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.*

3.7. Contenido de fibra de los frutos de babaco

Procedencia de los frutos y Estado de madurez de los frutos

Respecto al contenido de fibra los frutos maduros obtenidos del distrito de Luya y Pedro Ruiz fueron los con mayor contenido de fibra ($p = 0,012$); con respecto a los de Chachapoyas; con un promedio de $13,74 \pm 0,95$; $12,92 \pm 1,21$ y $12,14 \pm 1,08$ respectivamente (Tabla 1); respecto a los frutos verdes obtenidos del distrito de luya tuvieron mayor contenido de fibra con un promedio de $12,62 \pm 0,80$ en comparación con los de Pedro Ruiz y Chachapoyas con un promedio de $11,87 \pm 0,93$ y $11,28 \pm 1,09$ respectivamente (Tabla 1). Se observó que desde su estado verde hasta llegar a su estado maduro alcanzaron contenido de fibra iguales en los tres distritos, lo que sí se puede diferenciar es que los frutos de Luya tanto verdes como maduros presentan mayor contenido de fibra con respecto a los de Pedro Ruiz y Chachapoyas respectivamente (Figura 7).

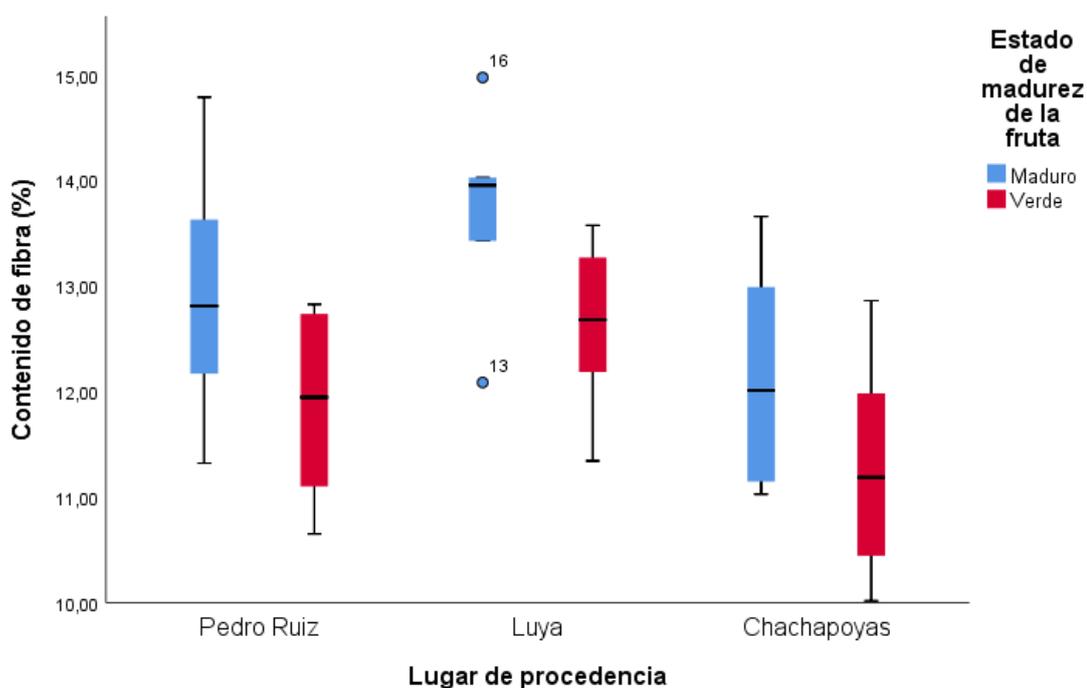


Figura 7

Comparación del contenido de fibra de *V. × heilbornii* procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.

Tabla 4

Comparaciones del contenido de fibra entre parejas de los lugares de procedencia de *V. × heilbornii*

Muestra 1 – Muestra 2	Estadístico de contraste	Error	Desv. estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Pedro Ruiz – Chachapoyas	5,167	4,301	1,201	0,230	0,689
Pedro Ruiz – Luya	12,333	4,301	2,867	0,004	0,012
Chachapoyas – Luya	-7,167	4,301	-1,666	0,096	0,287

3.8. Capacidad antioxidante de los frutos de babaco

Procedencia de los frutos y Estado de madurez de los frutos

Los frutos verdes obtenidos del distrito de Luya tuvieron mayor capacidad antioxidante ($p < 0,05$); con una capacidad promedio de $79,02 \pm 3,44$ en comparación con los de Pedro Ruiz y Chachapoyas con capacidad antioxidante

ligeramente similar de $76,27 \pm 2,16$ y $75,1 \pm 3,82$ respectivamente (Tabla 1); con respecto a los frutos maduros obtenidos del distrito de Chachapoyas tuvieron mayor capacidad antioxidante con promedio de $60,00 \pm 1,29$ con respecto a los de Luya y Pedro Ruiz con un promedio de $51,18 \pm 2,44$ y $27,45 \pm 3,84$ respectivamente (Tabla 1). Se observó que los frutos maduros de Pedro Ruiz fueron los de menor actividad antioxidante en comparación a los de Luya y Chachapoyas (Figura 8).

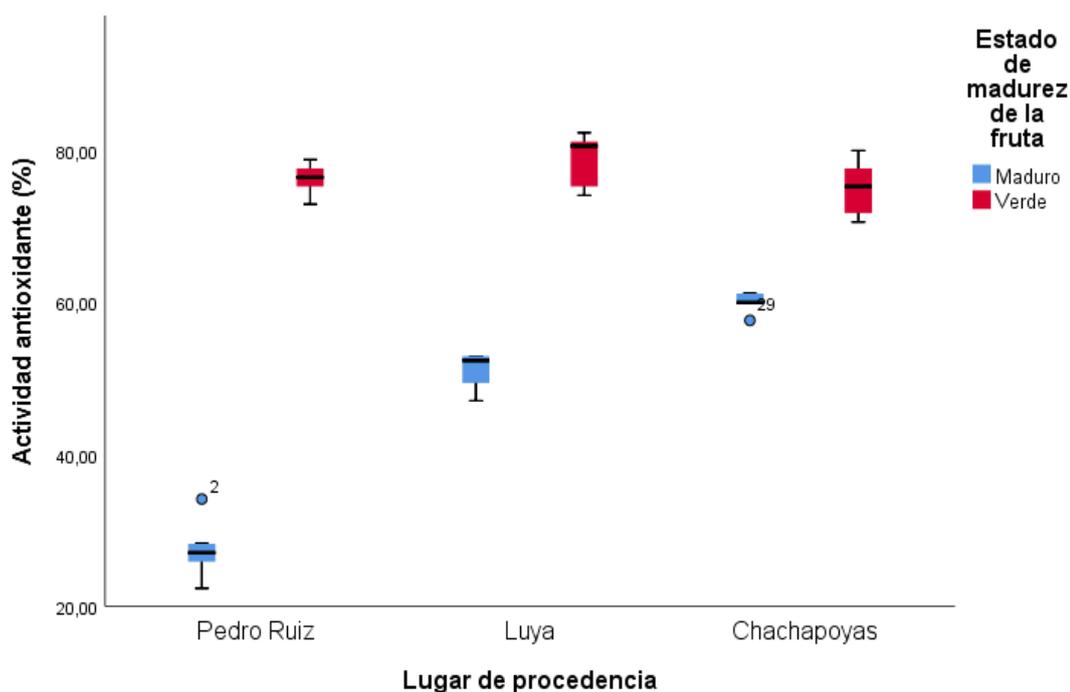


Figura 7.

Comparación de la actividad antioxidante de *V. x heilbornii* procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.

3.9. Polifenoles totales de los frutos del babaco

Procedencia de los frutos y Estado de madurez de los frutos

Los frutos verdes obtenidos del distrito de Luya tuvieron mayor contenido de fenoles totales ($p < 0,05$); con un promedio de $8,54 \pm 0,07$ en comparación con los de Chachapoyas y Pedro Ruiz con promedio de $8,25 \pm 0,17$ y $7,26 \pm 0,49$ respectivamente (Tabla 1); con respecto a los frutos maduros obtenidos del distrito de Chachapoyas tuvieron mayor contenido de fenoles totales con promedio de $10,39 \pm 0,19$ con respecto a los de Luya y Pedro Ruiz con un promedio ligeramente similar de $9,37 \pm 0,19$ y $9,19 \pm 0,16$ respectivamente, (Tabla 1). Se observó que en

estado de madurez verde el contenido de fenoles totales en el distrito de Luya fue superior con respecto a Chachapoyas y Pedro Ruiz; pero en su estado de madures maduro, los frutos con mayor contenido de fenoles totales fueron los procedentes del distrito de Chachapoyas en comparación a los de Luya y Pedro Ruíz (Figura 7).

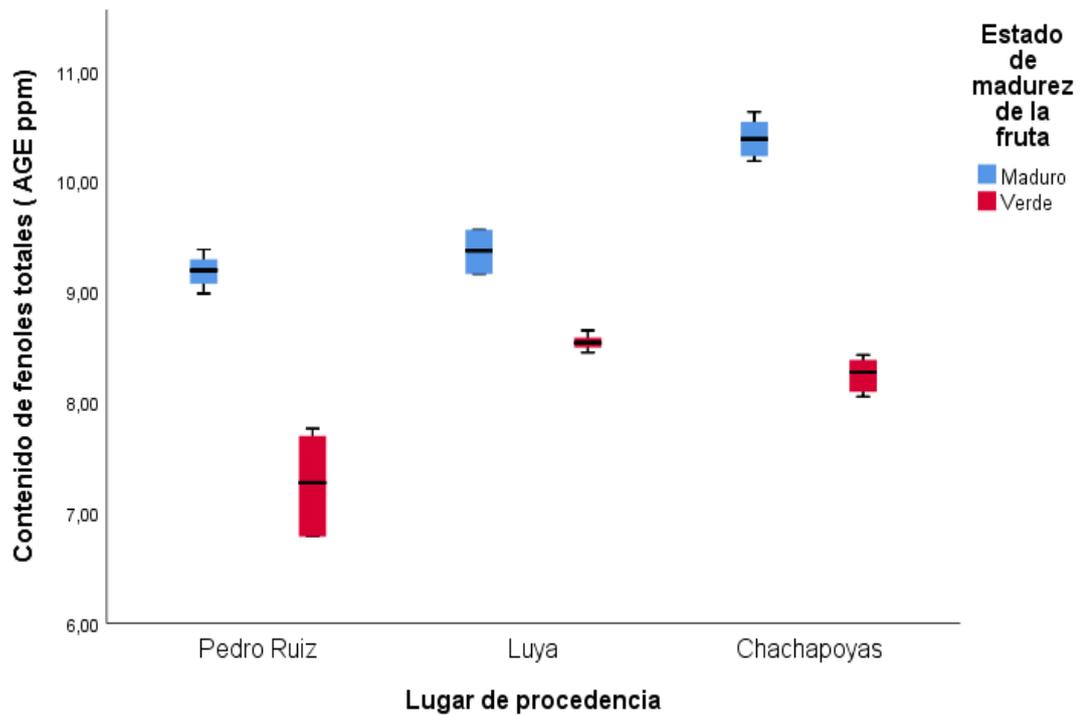


Figura 8

Comparación del contenido de fenoles totales de *V. x heilbornii* procedente de tres lugares diferentes en dos estados de madurez.

IV. DISCUSIÓN

En la caracterización física de *V. × heilbornii*, se obtuvieron frutos de mayor tamaño y peso en el distrito de Luya, alcanzando valores promedios de 23,78 cm y 833,21 g respectivamente, lo que indicaría que las condiciones del cultivo, riego y fertilización afectarían significativamente en las propiedades físicas de la fruta incrementando sus dimensiones o masa, tal y como lo reportan Rodríguez et al. (2014) y Navarro (2017) en frutas como *Cariciae spp*, *Maradol Roja* y *Solanum betaceum*. En cuanto a los estados de madurez evaluados, solo fue significativo para el tamaño mas no para el peso, lo que indicaría que las frutas cosechadas en estado de madurez maduro alcanzaron su máximo desarrollo fisiológico.

El pH, acidez titulable, % humedad y sólidos solubles totales de las frutas en función de las tres procedencias estudiadas, no tuvieron diferencias estadísticas significativas a excepción del contenido de fibra, lo que permite inferir que las condiciones del cultivo no afectan significativamente en estas propiedades evaluadas del *V. × heilbornii*; sin embargo en frutos nativos como *Cariciae spp*, *Physalis peruviana*, *Solanum betaceum*, se han reportado efecto significativo del manejo agronómico sobre las características fisicoquímicas (Márquez et al., 2009; Navarro, 2017; Rodríguez et al., 2014), esto puede ser debido a que los lugares donde se cultivan *V. × heilbornii*, se realiza un manejo tradicional e incluso en muchos de estos lugares de procedencia los frutos crecen y se producen solos.

Las frutas en estado de madures maduro tuvieron mayor pH, contenido de humedad, sólidos solubles totales y contenido de fibra; pero menor contenido de acidez, que las frutas en estado de madurez verde, estos resultados difieren ligeramente con la tendencia encontrada en el estudio *Carica papaya* L. cv. Eksotika de Addai et al. (2013), donde reportaron que la acidez titulable, los sólidos solubles, la humedad fueron menores en estado de madurez verde e incrementaron significativamente con la madurez, esto puede deberse a que solo se estudiaron dos estados de madurez en la fruta.

Los valores encontrados en la capacidad antioxidante y polifenoles totales fueron estadísticamente similares, por lo que se infiere que las condiciones de cultivo no influyen significativamente en las propiedades bioactivas de la fruta estudiada. Por otro lado, se encontró diferencias estadísticas significativas entre el contenido de antioxidantes y

polifenoles respecto a la madurez de la fruta, indicando que, a mayor estado de madurez, menor capacidad antioxidantes y mayor contenido fenólico, esta tendencia es similar a lo encontrado en los estudios de *Solanum betaceum* de Cuesta (2013); asimismo los valores encontrados en *V. × heilbornii*. Finalmente, Auquiñivin et al. (2020) estima resultados diferentes que puede deberse a que en su estudio no evaluó estados de madurez al momento de realizar la evaluación de la fruta.

V. CONCLUSIONES

Las propiedades físicas como tamaño y peso de *V. × heilbornii* son afectados directamente por el lugar de procedencia y el estado de madurez de las frutas con tamaños y pesos promedios de $23,78 \pm 2,40$ cm y $833,21 \pm 147,82$ g respectivamente.

El pH, humedad y sólidos solubles totales fueron estadísticamente similares en los tres lugares de procedencia con valores máximos de $4,62 \pm 0,15$; $74,57 \pm 0,95$ y $7,83 \pm 0,25$ respectivamente; a excepción del contenido de fibra con valores entre $11,28 \pm 1,09$ y $13,74 \pm 0,95$, sin embargo, el estado de madurez si influye significativamente en todas estas propiedades fisicoquímicas.

De los resultados obtenidos se puede afirmar que, *V. × heilbornii* también es una fuente de compuestos bioactivos, pero cabe resaltar que se encuentran mayor contenido de antioxidante en las frutas verdes con un valor promedio de $79,02 \pm 3,44$ y mayor contenido fenólico en las frutas maduras con un valor promedio de $10,39 \pm 0,19$; mientras que el lugar de procedencia no influye significativamente en la cantidad de estos compuestos.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar estudios de más propiedades fisicoquímicas (contenido de vitaminas) y bioactivas teniendo como factor diferentes altitudes de cultivos y más de tres estados de madurez para tener mayor información precisa que beneficie a la agroindustria.

Debido al contenido de compuestos fenólicos, se sugiere realizar estudios sobre el efecto que puede causar los tratamientos de proceso y transformación de la fruta.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addai, Z., Abdullah, A., Sahilah, A., & Hamid Musa, K. (2013). (PDF) *Antioxidant Activity and Physicochemical Properties of Mature Papaya Fruit (Carica papaya L. cv. Eksotika)*. <https://doi.org/10.19026/ajfst.5.3173>
- AOAC. (1990). *Official methods of analysis: Vol. Virginia: 15*. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- AOAC. (2005). *AOAC Official Methods icial Methods of Analysis*.
- Auquiñivin, E. A., Paucar, L. M.-, Auquiñivin Silva, E. A., & Paucar Menacho, L. M.-. (2020). Estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas, «papayita de monte» (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch) y «babaco» (*Carica pentagona* Heilborn) (*Caricaceae*) deshidratadas mediante liofilización. *Arnaldoa*, 27(1), 115-128. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27105>
- Banco de noticias. (2020, noviembre 10). Saludable y sostenible: las tendencias alimentarias de 2021. *PressLatam 2.0*. <https://presslatam.cl/2020/11/saludable-y-sostenible-las-tendencias-alimentarias-de-2021/>
- Barragán, J., Méndez, L. L., & Rodríguez, J. (2018). Ripeness indexes and physicochemical changes of papaya (*Carica papaya* L. cv. Maradol) during ripening on-tree. *Scientia Horticulturae*, 236, 272-278. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.012>
- Buelvas, Y. P. (2017). *Estudio de las propiedades verdes, fisicoquímicas y nutraceuticas en el periodo postcosecha de la papaya (Carica papaya L.) Tainung fl tipo exportación del departamento de córdoba*. 98.
- Caballero, E., & Paredes, L. (2017). "Formulación y evaluación de nectar a base de guanábana (*Annona muricata*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana*)" (p. 134) [Tesis]. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3055/47048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Coro, M. E. (2017). *Evaluación del etileno como agente madurador en babaco (Vasconcellea x heilbornii var. pentagona)*. Tumbaco-Ecuador (Tesis, Quito: UCE). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10016>
- Cuesta, L. F. (2013). *Evolución del contenido de compuestos antioxidantes en tres estados de maduración de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.) cultivado a diferentes alturas (m.s.n.m.)*. 90.
- Hernández, J., Fernandez, V., & Sulbarán, B. (2014). Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (Carica papaya). *Observador del Conocimiento. Revista OC*, 2, 195-202.
- Hernández, M. (2012). *Propuesta de un manual de métodos de análisis para diversos alimentos procesados según las exigencias de la normativa salvadoreña y el reglamento técnico centroamericano*. http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2209/1/Hern%C3%A1ndez_Miranda,_Marta_Cecilia.pdf
- Kadiri, O., Akanbi, C. T., Olawoye, B. T., & Gbadamosi, S. O. (2017). Characterization and antioxidant evaluation of phenolic compounds extracted from the protein concentrate and protein isolate produced from pawpaw (Carica papaya Linn.) seeds. *International Journal of Food Properties*, 20(11), 2423-2436. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1230874>
- Márquez, C., Trillos, O., Cartagena, J., & Cortes, J. (2009). *Evaluación físico-química y sensorial de frutos de uchuva (Physalis peruviana L.)*. <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n1/v16n1a05.pdf>
- Matamoros, R. (2018). *Desarrollo de una bebida a base de pulpa de babaco (Carica pentagona Heilb) y grosella china (Averrhoa carambola L)* [Tesis]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10267/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-41.pdf>
- Matey, P. (2020, noviembre 26). *5 tendencias alimentarias para 2021 marcadas por el coronavirus*. https://www.alimente.elconfidencial.com/nutricion/2020-11-26/5-tendencias-nutricionales-2021-covid-19_2847415/

- Navarro, A. (2017). *Evaluación físico-química del fruto de Solanum betaceum procedente de Celendín y de Huayrapongo, región Cajamarca* [Tesis]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2688/F60-N3-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ong, M. K., Forney, C. F., Alderson, P. G., & Ali, A. (2013). Postharvest profile of a Solo variety 'Frangi' during ripening at ambient temperature. *Scientia Horticulturae*, 160, 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.026>
- Rodríguez, J., Díaz, Y. D., Pérez, A. P., Cruz, Z., & Rodríguez, P. (2014). *Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (Carica papaya L.) de Cuba*. 35(3), 9.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los análisis fisicoquímicos de *V. × heilbornii*.

Tabla 5

Resultados de los análisis fisicoquímicos de V. x heilbornii

Factor (A)	Factor (B)	Unidad de Análisis	Tamaño (cm)		Peso (g)		pH		Acidez (%)		Humedad (%)		Sólidos solubles (°Brix)		Fibra (%)		Capacidad Antioxidante (%)		Fenoles totales (mg GAE/g)	
			X	DV(±)	X	DV(±)	X	DV(±)	X	DV(±)	X	DV(±)	X	DV(±)	X	DV(±)	X	DV(±)	X	DV(±)
A1	B ₁	A ₁ B ₁	20,67	0,50	562,65	40,44	4,62	0,15	0,44	0,09	72,96	1,10	7,70	0,21	12,92	1,21	27,45	3,84	9,19	0,16
	B ₂	A ₁ B ₂	20,20	0,46	548,06	35,41	4,21	0,10	0,76	0,08	61,84	1,28	7,07	0,16	11,87	0,93	76,27	2,16	7,26	0,49
A ₂	B ₁	A ₂ B ₁	23,78	2,40	833,21	147,82	4,40	0,06	0,50	0,08	71,30	2,99	7,43	0,16	13,74	0,95	51,18	2,44	9,37	0,19
	B ₂	A ₂ B ₂	21,58	0,89	628,26	71,92	4,07	0,06	0,84	0,03	59,11	0,84	6,95	0,19	12,62	0,80	79,02	3,44	8,54	0,07
A ₃	B ₁	A ₃ B ₁	22,23	1,45	699,30	123,36	4,45	0,07	0,60	0,02	65,92	0,92	7,83	0,25	12,14	1,08	60,00	1,29	10,39	0,19
	B ₂	A ₃ B ₂	20,78	1,37	653,94	83,21	3,90	0,03	0,83	0,03	65,92	0,92	6,83	0,12	11,28	1,09	75,10	3,82	8,25	0,15

Anexo 2. Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparación entre grupos.

Tabla 6

Prueba de Kruskal-Wallis para el lugar de procedencia de V. × heilbornii.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Tamaño de V. × heilbornii (cm) es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,002	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Peso de V. × heilbornii (g) es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de pH de V. × heilbornii es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,079	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de Acidez de V. × heilbornii (%) es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,291	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de Humedad de V. × heilbornii (%) es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,090	Retener la hipótesis nula.
6	La distribución de Sólidos solubles totales (%) es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,553	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de Contenido de fibra (%) es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,016	Rechazar la hipótesis nula.
8	La distribución de Capacidad antioxidante es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,378	Retener la hipótesis nula.
9	La distribución de Contenido de fenoles totales (mg AGE/100mL) es la misma entre las categorías de Lugar de procedencia de V. × heilbornii.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,105	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05.

Tabla 7*Prueba de Kruskal-Wallis para el estado de madurez de la fruta.*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Tamaño de la fruta (cm) es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,024	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Peso de la fruta (g) es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,114	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de pH de la fruta es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de Acidez de la fruta (%) es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de Humedad de la fruta (%) es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de Sólidos solubles totales (%) es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
7	La distribución de Contenido de fibra (%) es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,019	Rechazar la hipótesis nula.
8	La distribución de Capacidad antioxidante es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
9	La distribución de Contenido de fenoles totales (mg AGE/100mL) es la misma entre las categorías de Estado de madurez de la fruta.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05.

Anexo 3. Evidencias fotográficas



Figura 9

Determinación del peso de las frutas



Figura 10

Pulpeado de la fruta para los análisis



Figura 11

Determinación del contenido de acidez



Figura 12

Determinación de sólidos soluble totales



Figura 13

Determinación del contenido de fibra