



**UNAP**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TESIS**

**COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE  
ACEITE DE *Mauritia flexuosa* APLICADOS POR PRODUCTORES  
DE LA AMAZONÍA PERUANA 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTADO POR:**

**LUIS MARTIN PAIMA PIZANGO**

**FRANCO MARCELO CAMUS PARANO**

**ASESORES:**

**Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, Msc.**

**Ing. JORGE ANTONIO SUAREZ RUMICHE, Dr.**

**Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ DE ARAUJO, Dra.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2024**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



**UNAP**

Facultad de Ingeniería Química  
Unidad de Investigación

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 007-CGT-FIQ-UNAP-2024



En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Química, a los 19 días del mes de ABRIL de 2024, a horas 11:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "**COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE *Mauritia Flexuosa* APLICADOS POR PRODUCTORES DE LA AMAZONÍA PERUANA 2023**", aprobado con Resolución Decanal N° 080-2024-FIQ-UNAP, presentado por los Bachilleres: **Franco Marcelo Camus Parano y Luis Martín Paima Pizango**, para optar el título profesional de Ingeniero Químico, que otorga la Universidad de acuerdo Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R. D. N° 043-2024-FIQ-UNAP está integrado por:

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFÉN, Dr. | Presidente |
| Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.        | Miembro    |
| Ing. ROBINSON SALDAÑA RAMÍREZ, Mtro. | Miembro    |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE.

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: APROBADA con la calificación BUENA, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Siendo las 11:55 am. se dio por terminado el acto de SUSTENTACION.

Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFÉN, Dr.  
Presidente de Jurado

Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.  
Miembro

Ing. ROBINSON SALDAÑA RAMÍREZ, Mtro.  
Miembro

Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.  
Asesor


Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, Dr.  
Asesor

Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDÓÑEZ de ARAUJO, Dra.  
Asesora




## FIRMA DE LOS JURADOS Y ASESORES

### JURADO Y ASESOR

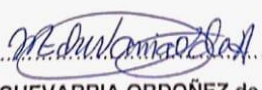
  
.....  
Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFÉN, Dr.  
Presidente de Jurado

  
.....  
Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.  
Miembro

  
.....  
Ing. ROBINSON SALDAÑA RAMÍREZ, Mtro.  
Miembro

  
.....  
Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.  
Asesor

  
.....  
Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, Dr.  
Asesor

  
.....  
Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ de ARAUJO, Dra.  
Asesor

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



**UNAP**  
Vicerrectorado de Investigación

Dirección de Gestión de  
la Investigación (DGI)

*"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,  
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"*

## CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO Nº 0293-DGI-VRINV-UNAP-2024

EL QUE SUSCRIBE, DIRECTOR DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA:

HACE CONSTAR QUE;

La tesis titulada: "COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE *Mauritia flexuosa* APLICADOS POR PRODUCTORES DE LA AMAZONÍA PERUANA 2023", presentado por:

Tesistas: LUIS MARTIN PAIMA PIZANGO  
FRANCO MARCELO CAMUS PARANO

Asesores: Daniel Diómedes Carrasco Montañez  
Jorge Antonio Suarez Rumiche  
Maritza Echevarria Ordoñez de Araujo

Pertenecientes a la Escuela Profesional de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería Química, fue analizado mediante el software Turnitin Originality, donde obtuvo el **26%** de similitud.

Asimismo, debo indicarle que, antes de la publicación final del informe final de tesis, queda bajo responsabilidad funcional de los asesores y los tesistas disminuir al mínimo las similitudes encontradas evitando el plagio.

Se expide la presente a los interesados, para los fines que se estime conveniente.

Iquitos, 03 de mayo de 2024.

Atentamente,

  
  
**CÉSAR ULISES MARÍN ELÉSPURU**  
Director(e) de Gestión de la Investigación-UNAP



Dirección: Pasaje. Los Paujiles S/N AA.HH. "Nuevo San Lorenzo" Iquitos, Perú [www.enlinea.unapiquitos.edu.pe](http://www.enlinea.unapiquitos.edu.pe)  
contacto: [investigacion.dgi@unapiquitos.edu.pe](mailto:investigacion.dgi@unapiquitos.edu.pe)

## **DEDICATORIA**

Dedicamos nuestra tesis con amor y orgullo a todos aquellos que han sido fundamentales en nuestras vidas, nuestros seres queridos. El apoyo incondicional de nuestros padres y demás familiares, quienes con dedicación y esfuerzo nos han respaldado, nos llena de satisfacción al compartir este proyecto con ellos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, con profundo agradecimiento y emoción de culminar esta etapa tan significativa en mi vida académica. La finalización de este trabajo representa un triunfo compartido, porque ha sido posible con su apoyo constante y amor incondicional. Ustedes han sido mis pilares fundamentales, brindándome aliento en los momentos de desafío, orientación en las encrucijadas académicas y, sobre todo, un apoyo inquebrantable. Su fe en mis capacidades ha sido el motor que me impulsó a superar obstáculos y perseverar incluso cuando la tarea parecía abrumadora.

Luis Martin Paima Pizango

Entiendo que este éxito no solo me pertenece, sino también a mis padres. La entrega, los sacrificios y los principios que han demostrado han sido los cimientos sobre los cuales he edificado mi educación. La tesis marca el inicio de nuevas posibilidades y desafíos, y estoy entusiasmado/a por compartir este hito con ustedes. Este logro es igualmente de ustedes y mío.

Franco Marcelo Camus Parano

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| Portada   | i         |
| Acta de sustentación  | ii        |
| Firma de los jurados  | iii       |
| Resultado del informe de similitud                          | iv        |
| Dedicatoria   | v         |
| Agradecimiento  | vi        |
| Índice  | vii       |
| Índice de tablas  | x         |
| Índice de figuras   | xii       |
| Resumen   | xiii      |
| Abstract  | xiv       |
| Introducción  | 1         |
| <b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>                            | <b>2</b>  |
| <b>1.1. Antecedentes</b>                                    | <b>2</b>  |
| <b>1.2. Bases teóricas</b>                                  | <b>5</b>  |
| 1.2.1. Palmera de aguaje.                                   | 5         |
| 1.2.2. El aguaje ( <i>Mauritia flexuosa</i> ).              | 6         |
| 1.2.3. Variedades de aguaje.                                | 7         |
| 1.2.4. Aceite Vegetal.                                      | 8         |
| 1.2.5. Extracción de aceite vegetal.                        | 9         |
| 1.2.6. Tipos De Extracciones.                               | 9         |
| 1.2.7. Perspectiva socioeconómica del aceite de aguaje.     | 12        |
| 1.2.8. Características fisicoquímicas del aceite de aguaje. | 14        |
| <b>1.3. Definición de términos básicos</b>                  | <b>15</b> |
| 1.3.1. Método de extracción.                                | 15        |
| 1.3.2. Oleoso.  | 15        |
| 1.3.3. Color del aceite.                                    | 15        |
| 1.3.4. Olor y sabor.  | 15        |
| 1.3.5. Índice de refracción.                                | 16        |
| 1.3.6. Densidad.  | 16        |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 1.3.7.                                    | Índice de acidez.   | 16        |
| 1.3.8.                                    | Viscosidad.   | 16        |
| 1.3.9.                                    | Índice de peróxido.   | 16        |
| 1.3.10.                                   | Índice de saponificación.   | 17        |
| <b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b> |   | <b>18</b> |
| <b>2.1.</b>                               | <b>Formulación de la hipótesis.</b>   | <b>18</b> |
| <b>2.2.</b>                               | <b>Variables y su operacionalización.</b>                                       | <b>19</b> |
| <b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>          |   | <b>20</b> |
| <b>3.1.</b>                               | <b>Diseño metodológico.</b>   | <b>20</b> |
| <b>3.2.</b>                               | <b>Diseño muestral.</b>   | <b>20</b> |
| 3.2.1.                                    | Población de estudio.   | 20        |
| 3.2.2.                                    | Tamaño de la población de estudio   | 20        |
| 3.2.3.                                    | Muestreo o selección de la muestra  | 21        |
| 3.2.4.                                    | Criterios de selección  | 21        |
| <b>3.3.</b>                               | <b>Procedimiento de recolección de datos.</b>                                   | <b>22</b> |
| 3.3.1.                                    | Recolección de las muestras.  | 23        |
| 3.3.2.                                    | Recepción y pesado.   | 23        |
| 3.3.3.                                    | Selección y clasificación.  | 23        |
| 3.3.4.                                    | Lavado y desinfección.  | 23        |
| 3.3.5.                                    | Ablandamiento de pulpa  | 23        |
| 3.3.6.                                    | Pulpeado.   | 24        |
| 3.3.7.                                    | Método de extracción de aceite con harina de pulpa, bagazo y cascarilla (DSMP). | 24        |
| 3.3.8.                                    | Método de extracción de aceite con harina de pulpa (DSP).                       | 24        |
| 3.3.9.                                    | Método de extracción por cocción de la pulpa (DC).                              | 25        |
| 3.3.10.                                   | Envasado.   | 25        |
| 3.3.11.1.                                 | Determinación de Densidad. (ASTM D 1298)  | 26        |
| 3.3.11.2.                                 | Determinación de Índice de acidez. (NTP 209.005:1968)                           | 26        |
| 3.3.11.3.                                 | Determinación de Grado de acidez. (NTP209.005:1968)                             | 26        |



|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 3.3.11.4.  | Determinación de Índice de peróxido. (NTP 209.006:1968)                | 27        |
| 3.3.11.5.  | Determinación de Índice saponificación. (NTP 209.058:1980)             | 28        |
| <b>3.4.</b>  | <b>Procesamiento y análisis de datos.</b>                              | <b>28</b> |
| <b>3.5.</b>  | <b>Aspectos éticos,</b>  | <b>28</b> |
| <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>   |  | <b>29</b> |
| <b>4.1.</b>  | <b>Extracción del aceite de aguaje (Mauritia flexuosa).</b>            | <b>29</b> |
| 4.1.1.   | Resultados de extracciones por el método DSMP                          | 29        |
| 4.1.2.   | Resultados de extracciones por el método DSP                           | 29        |
| 4.1.3.   | Resultados de las extracciones por el método DC                        | 30        |
| 4.1.4.   | Resultados de rendimiento de pulpa en el método DSP                    | 30        |
| 4.1.5.   | Resultados de rendimiento de pulpa en el método DSMP                   | 30        |
| 4.1.6.   | Rendimiento de pulpa método DC   | 31        |
| <b>4.2.</b>  | <b>Características fisicoquímicas del aceite de Mauritia Flexuosa.</b> | <b>35</b> |
| <b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>   |  | <b>37</b> |
| <b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>   |  | <b>40</b> |
| <b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>   |  | <b>41</b> |
| <b>CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>                                     |  | <b>42</b> |
| <b>ANEXOS</b>  |  |           |
| <b>Anexo 1. Matriz de consistencia</b>   |  |           |
| <b>Anexo 2. Análisis fisicoquímicos del aceite de aguaje.</b>                    |  |           |
| <b>Anexo 3. Constancia de determinación botánica.</b>                            |  |           |
| <b>Anexo 4. Imágenes del proceso de obtención del aceite.</b>                    |  |           |
| <b>Anexo 5. Algunas imágenes del análisis de características fisicoquímicas.</b> |  |           |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tabla 1.</b>  | Taxonomía de la <i>Mauritia flexuosa</i> (aguaje)  | 7  |
| <b>Tabla 2.</b>  | Cuadro de tipos de extracciones de aceites vegetales comestibles, técnicas empleadas, ventajas y desventajas | 13 |
| <b>Tabla 3.</b>  | Características fisicoquímicas del aceite de aguaje  | 14 |
| <b>Tabla 4.</b>  | Descripción de las variables e indicadores   | 19 |
| <b>Tabla 5.</b>  | Diseño del experimento completamente al azar (DCA) para la actividad catalítica                              | 20 |
| <b>Tabla 6.</b>  | Resultado de las extracciones de aceite por prensado de la pulpa seca con cascarilla y bagazo.               | 29 |
| <b>Tabla 7.</b>  | Resultados de las extracciones de aceite por prensado de pulpa seca  | 29 |
| <b>Tabla 8.</b>  | Resultados de las extracciones de aceite por cocción de pulpa  | 30 |
| <b>Tabla 9.</b>  | Rendimiento de pulpa método de extracción de prensado de pulpa seca  | 30 |
| <b>Tabla 10.</b> | Rendimiento de pulpa método de extracción de prensado de harina de pulpa, bagazo y cascarilla                | 30 |
| <b>Tabla 11.</b> | Rendimiento de pulpa método de extracción por cocción  | 31 |
| <b>Tabla 12.</b> | Análisis de Varianza del rendimiento en aceite de aguaje obtenido por tres métodos de la variedad Color      | 32 |
| <b>Tabla 13.</b> | Prueba de Tukey y una confianza de 95% para la variedad Color  | 32 |
| <b>Tabla 14.</b> | Análisis de Varianza del rendimiento en aceite de aguaje obtenido por tres métodos de la variedad Amarillo   | 33 |
| <b>Tabla 15.</b> | Prueba de Tukey y una confianza de 95% para la variedad Amarillo   | 33 |
| <b>Tabla 16.</b> | Análisis de Varianza del rendimiento en aceite de aguaje obtenido por tres métodos de la variedad Amarillo   | 34 |

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| <b>Tabla 17.</b> | Prueba de Tukey y una confianza de 95% para la variedad Amarillo                                | 34 |
| <b>Tabla 18.</b> | Análisis de Características Fisicoquímicas. Método de prensado de pulpa seca                    | 35 |
| <b>Tabla 19.</b> | Análisis de Características Fisicoquímicas. Método de cocción                                   | 35 |
| <b>Tabla 20.</b> | Análisis de Características Fisicoquímicas. Método de prensado de pulpa con bagazo y cascarilla | 36 |
| <b>Tabla 21.</b> | Rendimiento de la variedad Color  | 53 |
| <b>Tabla 22.</b> | Rendimiento de la variedad Amarillo   | 53 |
| <b>Tabla 23.</b> | Rendimiento de la variedad Shambo Azul  | 54 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Figura 1.</b>  | Mauritia flexuosa   | 6  |
| <b>Figura 2.</b>  | Proceso descriptivo para la extracción del aceite de aguaje   | 23 |
| <b>Figura 3.</b>  | Gráfico los resultados obtenidos para la variedad Color       | 33 |
| <b>Figura 4.</b>  | Gráfico los resultados obtenidos para la variedad Amarillo    | 34 |
| <b>Figura 5.</b>  | Gráfico los resultados obtenidos para la variedad Shambo Azul | 35 |
| <b>Figura 6.</b>  | Frutos seleccionados para el proceso y pre-tratados           | 48 |
| <b>Figura 7.</b>  | Transporte al área de despulpado                              | 48 |
| <b>Figura 8.</b>  | Despulpadora  | 48 |
| <b>Figura 9.</b>  | Proceso de despulpado   | 48 |
| <b>Figura 10.</b> | Pulpa obtenida  | 49 |
| <b>Figura 11.</b> | Método de cocción   | 49 |
| <b>Figura 12.</b> | Secado de pulpa   | 49 |
| <b>Figura 13.</b> | Preparación para el prensado                                  | 49 |
| <b>Figura 14.</b> | Prensado de pulpa   | 50 |
| <b>Figura 15.</b> | Obtención del aceite  | 50 |
| <b>Figura 16.</b> | Filtración  | 50 |
| <b>Figura 17.</b> | Muestras envasadas  | 50 |
| <b>Figura 18.</b> | Titulación para el índice de acidez                           | 51 |
| <b>Figura 19.</b> | Titulación para el porcentaje de ácidos grasos libres         | 51 |
| <b>Figura 20.</b> | Titulación culminada para el cálculo de ácidos grasos libres  | 51 |
| <b>Figura 21.</b> | Titulación para el índice de peróxidos                        | 52 |
| <b>Figura 22.</b> | Continuación de la valoración, ya añadido el almidón          | 52 |
| <b>Figura 23.</b> | Valoración culminada  | 52 |

## RESUMEN

El presente estudio investiga tres métodos de extracción de aceite de *Mauritia flexuosa* empleados por productores de la Amazonía peruana, utilizando tres variedades de aguaje: Color, Amarillo y Shambo Azul. El estudio fue del tipo descriptivo-comparativo, el primer método consistió en prensar la harina obtenida a partir de la pulpa, bagazo y cascarilla del aguaje (DSMP); el segundo método consistió en prensar la harina de pulpa de aguaje (DSP); para el procedimiento del tercer método consistió en llevar la pulpa húmeda de aguaje a ebullición durante un período de 30 minutos (DC).

Los hallazgos revelan que las variedades de *Mauritia flexuosa* con más contenido de aceite independientemente del método empleado son las de Color y Amarillo, 26.7% y 26.03 para el método DSMP; 18.3% y 18% para el método DSP; 17.4% y 15% en el método DC. El método de prensado de la harina que se obtuvo a partir de la pulpa, bagazo y cascarilla del aguaje (DSMP) presentó el más alto rendimiento en las tres variedades, para las variedades Color y Amarillo resultó un promedio de 28% y para el Shambo Azul 19.7%.

En conclusión, el método de extracción por el cual se puede obtener un mayor rendimiento de aceite de *Mauritia flexuosa* es el método de prensado de harina de pulpa, bagazo y cascarilla. Y se puede emplear las variedades Color o Amarillo ya que ambos presentan buen rendimiento.

Palabras claves: aceite *Mauritia flexuosa*, variedad, prensado, pulpa deshidratada

## ABSTRACT

This study investigates three methods of oil extraction from *Mauritia flexuosa* used by producers in the Peruvian Amazon, using three varieties of aguaje: Color, Amarillo and Shambo Azul. The study was descriptive-comparative, the first method consisted of pressing the flour obtained from the aguaje pulp, bagasse and husk (DSMP); the second method consisted of pressing the aguaje pulp flour (DSP); for the third method the procedure consisted of bringing the wet aguaje pulp to boiling for a period of 30 minutes (DC).

The findings reveal that the *Mauritia flexuosa* varieties with the highest oil content irrespective of the method employed are Color and Amarillo, with 26.7% and 26.03%<sub>e</sub> for the DSMP method; 18.3%<sub>e</sub> and 18% for the DSP method; 17.4% and 15% in the DC method. The method of pressing the flour obtained from the pulp, bagasse and husk of the aguaje (DSMP) presented the highest yield in the three varieties, for the varieties Color and Amarillo resulted in an average of 28% and for the Shambo Azul 19.7%.

In conclusion, the extraction method by which the highest oil yield can be obtained from *Mauritia flexuosa* is the pressing method of pulp meal, bagasse and husk. And either the Color or Amarillo varieties can be used as both have good yields.

Keywords: *Mauritia flexuosa* oil, variety, pressing, dehydrated pulp, dehydrated pulp

## INTRODUCCIÓN

Los aguajales tienen una estrecha conexión con la vida y la cultura de las comunidades amazónicas, desempeñando un papel crucial tanto en el ámbito social como económico de la región amazónica. En la perspectiva de los pueblos originarios, como los Yagua, el aguaje es considerado como "el árbol de la vida" y simboliza la inmortalidad. Los Cocama-Cocamilla lo denominan "árbol de pan" debido a que tanto la población como diversas especies de fauna terrestre y acuática dependen de sus frutos como fuente de alimentación. Con el objetivo de preservar los aguajales, los Maijuna del río Napo han desarrollado creencias tradicionales que vinculan estos bosques y sus recursos con entidades sobrenaturales malévolas que se cree habitan en su interior. (Del Castillo Torres et al. 2021)

Se conoce que los aguajales abarcan más de 5 millones de hectáreas, dicha cifra representa el 14% de la superficie de todo el departamento de Loreto. Así mismo, los aguajales brindan bienes y servicios que son aprovechados por los pobladores, siendo el fruto el cual ayuda a generar más fuentes de ingresos gracias a los tantos derivados que pueden obtenerse a partir de este fruto. El fruto de aguaje (*Mauritia flexuosa*) es el recurso más aprovechado.

Dentro de las formas de aprovechamiento del fruto, está en la extracción del aceite a partir de su pulpa, porque contiene altos niveles de ácido oleico, con un destacado contenido de provitaminas y aceites poliinsaturados que aportan a su actividad antioxidante, son de interés comercial. Esto se debe a la presencia de antioxidantes carotenoides, tocoferoles y ácidos grasos monoinsaturados, con un mayor contenido de palmítico, oleico y linoleico. Estos componentes bioactivos, como las provitaminas, generan interés a nivel industrial para la fabricación de productos en las áreas de cosméticos, alimentos y alimentos para animales. (Acosta Rodríguez et al. 2021)

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes

### A NIVEL INTERNACIONAL

- **Acosta et al 2021**, realizaron un estudio para determinar el método más eficiente a utilizarse para la extracción de aceite de aguaje, para la evaluación se realizaron 3 tipos de métodos: Soxhlet, Folch y prensado en frío. Para la extracción se utilizó el mesocarpio de la variedad “amarillo” (aproximadamente el 16.6% de drupa es aprovechable). Para la extracción Soxhlet, se utilizó éter de petróleo como disolvente. Para la extracción Folch, se utilizó una mezcla de cloroformo y metanol en agua, con una proporción de 12/8 v/v. Para la extracción por prensado en frío, se utilizó solamente una prensa hidráulica vertical. Los resultados muestran que el método de Soxhlet presenta un rendimiento sobresaliente con 51.4% de aceite, Folch con 13.35% y el prensado en frío 28.63%. De acuerdo con los resultados de las condiciones de calidad, el método de extracción prensado en frío con rendimiento máximo del 28.63 %, tiene las mismas condiciones de calidad que el aceite extraído por el método de Soxhlet; pero la clasificación del aceite bajo el proceso de prensado en frío se cataloga como un aceite crudo, el cual tiene un valor mayor a nivel comercial.



- **Restrepo et al 2016**, su estudio tuvo como objetivo caracterizar la pulpa de aguaje o moriche, con el fin de determinar su valor nutricional; determinando sus compuestos bioactivos y evaluando su capacidad antioxidante, analizando el contenido de humedad, cenizas, fibra cruda, grasas, proteínas, azúcares reductores, y los ácidos grasos del aceite por cromatografía de gases-espectrometría de masas (CG-EM). Las pruebas y análisis mostraron un resultado promedio de humedad, cenizas, grasas, fibra cruda, proteínas y azúcares reductores de 10.00, 1.87, 41.09, 2.83 y 2.70g por cada 100g de peso de pulpa de aguaje, respectivamente. La CG-EM dio como resultado el contenido de ácidos grasos insaturados que fue de 71.90% y 25.52% de ácidos grasos saturados, donde el ácido oleico (68.69%) y ácido palmítico (21.27%) fueron abundantes, respectivamente.

#### A NIVEL NACIONAL

- **Chañi et al 2019**, su estudio tuvo como objetivo evaluar la extracción de ácidos grasos de la pulpa de aguaje. Emplearon el método de Dióxido de carbono supercrítico a diferentes presión y temperatura, a una escala de laboratorio. Con los resultados obtenidos se logró verificar que el rendimiento de la extracción de aceites de Aguaje aumenta a medida que se eleva la temperatura y la presión, por lo que se obtuvo un rendimiento de 41% a una temperatura de 60°C y 40MPa de presión, presentando una mayor proporción de ácidos grasos monoinsaturados, seguidos de ácidos grasos saturados y poliinsaturados.

- **Alfaro & Chanamé 2008**, la investigación tuvo como objetivo extraer aceite crudo de *Mauritia flexuosa*. Para la extracción se emplearon 2 métodos: extracción mecánica (prensado discontinuo) y extracción por solvente; los tipos de extracción por solvente: inmersión, percolación, mixto (inmersión y percolación) y gases condensados; utilizando como solvente acetona, cloroformo, éter etílico y hexano. Se tuvo en consideración que el solvente más apropiado en la extracción de aceites de uso comestible es el Hexano, debido a que no es soluble en agua, implica menor riesgo en cuanto a manejo y toxicidad, es de bajo costo y de fácil adquisición. Como resultado se obtuvo un rendimiento en aceite crudo de 34.05% por el método de extracción por solvente (extracción soxhlet) y 12.80% por extracción mecánica (prensado discontinuo).

#### A NIVEL LOCAL

- **Paredes 2021**, realizó una investigación que tuvo como objetivo la extracción del aceite crudo de aguaje, utilizando el método físico (extracción mecánica con una prensa) y evaluar el rendimiento de 3 variedades de frutos amazónicos de *Mauritia Flexuosa*. Mediante el método de Prensado en Frío con el uso de la pulpa/cascara y el uso de solo pulpa de Aguaje, las variables fueron obtenidas del análisis a través del software estadístico aplicando así un Diseño Complementario Aleatorio (DCA) con arreglo factorial de 3x2, obteniendo como resultado del rendimiento de aceite de aguaje, al aguaje shambo como mejor variedad, con un rendimiento de 4.447% en comparación al aguaje ponguete 3.973%, amarillo 2.567%; debido a que posee una estructura pulposa (mesocarpio), con estas características el porcentaje de rendimiento fue aceptable. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permisibles y establecidos por la Norma Técnica Peruana para aceites y grasas comestibles.

## 1.2. Bases teóricas

### 1.2.1. Palmera de aguaje.

La palmera del aguaje es generalmente de un solo tallo recto, que en promedio alcanza los 35 metros de altura y 60 centímetros de diámetro. Su copa tiene forma de paraguas conformada por 10 a 20 hojas las cuales pueden alcanzar los 5 o 6 metros de longitud y los pecíolos hasta 4 m con aproximadamente 150 a 200 láminas foliares que pueden llegar a medir 2.5 metros de largo. El "aguaje" es una especie con raíces especializadas llamadas neumatóforos, diseñadas para respirar durante inundaciones. (Del Castillo Torres et al. 2021)

Estos neumatóforos pueden extenderse hasta 40 metros y cubrir un área de hasta cinco mil metros cuadrados. La planta presenta variedades femeninas y masculinas, siendo la hembra la que produce frutos, requiriendo la polinización del macho. También se han observado plantas con flores bisexuales. La floración y fructificación del aguaje son anuales, aunque la época varía según la ubicación. En la Amazonía peruana, los frutos maduran abundantemente en la primera mitad del año. (Del Castillo Torres et al. 2021)

En términos de producción, una palmera de aguaje puede generar en promedio 4 racimos, cada uno con alrededor de 800 frutos, totalizando aproximadamente 150 kilos por palmera en la selva. No obstante, individuos plantados pueden llegar a producir hasta 2000 frutos. La pulpa, comestible, constituye alrededor del 27% del peso total del fruto, mientras que la cáscara y la semilla representan aproximadamente el 19.8% y el 52.7%, respectivamente. (Del Castillo Torres et al. 2021)

### 1.2.2. El aguaje (Mauritia flexuosa).

El fruto, una drupa, presenta diversas dimensiones (3.6 a 7.5 cm de longitud, 3 a 5.1 cm de diámetro) y puede pesar entre 30 y 65 gramos. Respecto a su forma, varía entre elíptica, ovoide o redonda, con una cáscara de escamas rojizas a rojo vino-tinto y una pulpa carnosa. En los mercados de la Amazonía se reconocen tres tipos de aguaje por el color de la pulpa del fruto: “amarillo”, “color”, y “shambo”. Además, Del Castillo Torres et al. (2021) identifica un cuarto tipo, “shambo azul”. Cada tipo de fruto presenta características variables en cuanto al tamaño, forma del fruto, textura y sabor de la pulpa.

Del fruto, cerca del 16.58 % del mesocarpio se puede aprovechar para el proceso de transformación y extracción del aceite por su alto índice de ácido oleico, del cual se destaca su contenido de provitaminas y de aceites poliinsaturados que contribuyen a su actividad antioxidante. El cual es de interés comercial por la presencia de antioxidantes carotenoides, tocoferoles y ácidos grasos monoinsaturados, con mayor contenido de palmítico, oleico y linoleico los cuales poseen bioactivos como provitaminas, despertando interés a nivel industrial para la producción de productos a nivel cosmético, alimenticios y comida animal. (Acosta Rodríguez et al. 2021)



**Figura 1.** Mauritia Flexuosa

**Tabla 1. Taxonomía de la *Mauritia flexuosa* (aguaje)**

| Taxonomía |                        |
|-----------|------------------------|
| Reino     | Plantae                |
| Filo      | Tracheophyta           |
| Clase     | Liliopsida             |
| Orden     | Arecales               |
| Familia   | Areaceae               |
| Género    | Mauritia               |
| Especie   | Mauritia Flexuosa L.f. |

Fuente: (CHAÑI PAUCAR et al. 2019)

### 1.2.3. Variedades de aguaje.

- Shambo: Es un aguaje que tiene la pulpa de coloración rojiza. Su aceptabilidad es considerable. (Del Castillo Torres et al. 2021).
- Shambo azul: En realidad es un fruto shambo inmaduro. Caracterizándose por tener un sabor ácido. (Del Castillo Torres et al. 2021)
- Amarillo: Es un aguaje que tiene la pulpa de color amarillo. Debido a su peculiar color su aceptabilidad es mayor a comparación del tipo Color para su consumo directo. (Del Castillo Torres et al. 2021)
- Color: Presenta la pulpa color rojizo en la parte externa y amarillo en la parte interna. Tiene una pulpa delgada, de sabor ácido; generalmente es arenosa. Es utilizado para chupetes, “masa de aguaje”; no es muy apetecible para el consumo humano directo. (Del Castillo Torres et al. 2021)

#### 1.2.4. Aceite Vegetal.

Desde tiempos remotos, los aceites han sido esenciales en la dieta humana y como fuentes de energía. Provenientes tanto de fuentes animales como vegetales, estos productos están compuestos principalmente por triésteres de ácidos grasos y glicerol, conocidos como "triglicéridos". Un aceite puede consistir en un solo tipo de triglicérido o en una combinación de varios. En las últimas décadas, el consumo de aceites vegetales ha experimentado un notable aumento en nuestra sociedad, convirtiéndose en un componente importante de la dieta global. (Durán Agüero et al. 2015)

En las últimas décadas, a partir de los años 60, los aceites vegetales han adquirido una nueva relevancia. Esto se debe a que las necesidades alimentarias de las personas han evolucionado, centrándose ahora en la búsqueda de una nutrición saludable que satisfaga los requerimientos energéticos del ser humano sin causar acumulaciones perjudiciales que conlleven enfermedades de alta prevalencia en la actualidad, como la diabetes y las afecciones cardiovasculares. (Pons 2015)

En Perú, se ha registrado un aumento en la producción de varios aceites vegetales, principalmente para uso en la industria alimentaria y cosmética. El aceite de palma se destaca por ser el más económico y rentable para su consumo comestible. Dado que contienen ácidos grasos esenciales, omega 3 y 6, minerales, vitaminas y antioxidantes, los beneficios nutricionales de los aceites vegetales son científicamente reconocidos a nivel mundial. Todos ellos son cruciales para la salud porque el cuerpo humano no puede sintetizar algunos nutrientes. (Rojas Ramos 2019)

#### 1.2.5. Extracción de aceite vegetal.

Los aceites vegetales se extraen principalmente de frutos secos, semillas y alimentos ricos en grasas. (Labeau ORGANIC 2020)

Los frutos oleaginosos también contienen agua y otras sustancias como proteínas y minerales, además del aceite vegetal. Por lo tanto, es necesario separar el aceite del resto de los componentes del fruto. Para lograr esto, se pelan, deshuesan, laminan y trituran los frutos oleaginosos, obteniendo así una masa que se debe prensar, ya sea en caliente o en frío, para extraer el orujo, que es donde se encuentran los aceites vegetales. (Valera 2015)

#### 1.2.6. Tipos De Extracciones.

Dado que existen numerosos métodos de extracción de Aceites Vegetales, algunos de ellos son empleados principalmente a nivel industrial, otros a escala de laboratorio y piloto. Dependiendo de la materia prima, se aplican diferentes métodos de extracción, por tal, se obtiene calidades y porcentaje de rendimiento diferentes. Es posible extraerlos por: el método de prensado mecánico (en frío y/o caliente), extracción con Solventes y extracción con fluidos supercríticos.

- Prensado mecánico:

En diferentes países, el método más conocido y utilizado es la extracción de aceites vegetales mediante prensado. El material es exprimido mecánicamente para liberar el aceite y este es recolectado y filtrado. (Rodríguez Álvarez et al. 2012)

- Prensado en frío.

El prensado implica la separación del líquido de un sistema de dos fases (sólido-líquido) que no se puede bombear fácilmente. Esto se logra comprimiendo el sistema bajo condiciones que permiten que el líquido escape mientras los sólidos permanecen entre las superficies de compresión. En el prensado en frío, la temperatura máxima alcanzada es de 27 °C. (Bart et al. 2010)

- Prensado en caliente.

El prensado en caliente es un método para extraer aceite de semillas oleaginosas mediante el tratamiento previo de las semillas. Aunque más exigente tecnológicamente, ofrece un rendimiento de aceite superior, siendo adecuado para semillas con más del 45% de contenido graso. Puede realizarse en una o dos etapas, con esta última opción la semilla se prensa dos veces. Sin embargo, requiere un refinado más extenso y deja una torta con un 10-20% de aceite residual, que puede recuperarse mediante la acción de solventes. (Galarraga Rivera 2015)

- Extracción con solventes:

La extracción de muestras sólidas con solventes, generalmente conocida como extracción sólido-líquido o lixiviación, es un método muy utilizado en la separación de compuestos antioxidantes a partir de residuos sólidos.

El hexano es el solvente predominante para la extracción de aceites comestibles de plantas. En análisis, la técnica más comúnmente utilizada es la extracción en Soxhlet. Esta es una operación de transferencia de masa en la que un disolvente, o una mezcla de disolventes, extrae selectivamente uno o varios solutos presentes en una matriz sólida. (Tabio Garcia et al. 2017)



- Extracción con Fluidos supercríticos:

El uso del dióxido de carbono en estado supercrítico para extraer aceites y grasas ha suscitado un gran interés en las últimas décadas. Esto se debe a su capacidad de seleccionar compuestos lipídicos bioactivos, su eficiencia de extracción, su naturaleza como solvente inerte y su facilidad para ser eliminado de los extractos, además de ser respetuoso con el medio ambiente. La presión y la temperatura de extracción son dos de los parámetros más estudiados que afectan el proceso de extracción con fluidos supercríticos. El tamaño de la partícula de las materias primas, la relación solvente/muestra, el caudal de disolvente, el tiempo de extracción estática y el uso de cosolventes son otros factores importantes. (Rai et al. 2018)

- Extracción por Cocción

Consiste en mezclar el ingrediente triturado o torta con agua caliente y calentar hasta que se separe la materia oleosa, de modo que el aceite flote y se recoja. A menudo se agrega sal para coagular las proteínas y así promover la separación del aceite.

### 1.2.7. Perspectiva socioeconómica del aceite de aguaje.

El aceite de aguaje obtenido en la comunidad Veinte de Enero en conjunto con la reserva nacional Pacaya Samiria, permite una producción permanente de aceite de aguaje. A escala mundial el sector de los cosméticos está descubriendo nuevos mercados de venta, y el tema de los cosméticos naturales ocupa un puesto fijo entre los consumidores del mundo entero, siendo así que los productos naturales han ganado popularidad en el mercado cosmético, cada vez más clientes se sienten atraídos por la alta calidad y la riqueza inactiva de las formulaciones. En el Perú, este mercado tiene un gran potencial. Los indicadores de biodiversidad muestran que el 88% de los peruanos prefiere adquirir productos cosméticos elaborados con ingredientes naturales, mientras que el 89% se inclina por alimentos orgánicos o provenientes del comercio justo. Estos datos ponen de manifiesto el creciente interés y la demanda de la población peruana por productos fabricados de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente. (Villafaña 2014)

De este creciente interés de productos naturales se espera un crecimiento de este subsector. Generando empleo y brindando un salario a los pobladores de esta pequeña comunidad, cambiando el estilo de vida de estos, dándoles un sustento y motivándolos a seguir con esta actividad e implementando sus procesos para la obtención del aceite de aguaje a ser más eco amigable y sostenible para todos. El aceite de aguaje tiene propiedades hidratantes y antienvjecimiento, también protege la piel de la quemadura del sol; siendo este un producto natural, orgánico y ecológico; obtenido gracias a un proceso de prensado en frío, contiene una gran proporción de provitamina A de 21 a 38 veces más que la zanahoria, vitamina E de 25 a 31 veces más que la palta y vitamina C concentraciones igual al de la naranja y el limón, lo que le convierte en un innovador producto para el sector cosmético, como lo demuestra el gran interés de las grandes empresas cosméticas europeas. (Villafaña 2014)

**Tabla 2. Cuadro de tipos de extracciones de aceites vegetales comestibles, técnicas empleadas, ventajas y desventajas.**

| TIPO DE EXTRACCIÓN                   | TECNICAS   | VENTAJAS   | DESVENTAJAS  |
|--------------------------------------|--|--|--|
| Prensado                             | Técnica de prensado en frío y almacenado a baja temperatura (4°C) en la oscuridad.<br><br>Prensa de tornillo y utiliza calentamiento mediante una resistencia eléctrica. | Los aceites presentan una mejor conservación de los componentes antioxidantes (quercetina y miricetina), comparada con la extracción de solventes. | Rendimientos bajos en la producción del aceite   |
| Extracción con solventes             | Método Soxhlet usando generalmente hexano  | Favorece las características funcionales del aceite como la retención de agua y la estabilidad de emulsión.  | Provoca pérdidas ligeras de antioxidantes, además cuestiones de salud y seguridad al medio ambiente por el uso del hexano. |
| Extracción con fluidos supercríticos | Uso del CO <sub>2</sub> en estado supercrítico   | Rendimientos altos de extracción del aceite, no se requiere eliminar solventes del aceite o de la torta residual.                                  | Instalaciones muy costosas.  |

Fuente: (Cefla Miranda 2015)

### 1.2.8. Características fisicoquímicas del aceite de aguaje.

El aceite de aguaje exhibe ciertas características físicas típicas de la fruta. El aceite extraído es rico en ácido oleico, cuya composición corresponde a los ácidos grasos de las semillas oleaginosas, mientras que los ácidos láurico y mirístico están presentes en la composición del aguaje. También existen propiedades físicas como densidad, color, brillo, olor y fluidez. (Paredes Amasifuen 2021)

**Tabla 3. Características fisicoquímicas del aceite de aguaje.**

| Elementos                                    | Aceites                              |  |
|--|--------------------------------------|--|
|  | Aceite Crudo                         | Aceite Refinado                        |
| Humedad %                                    | 0.06 ± 0.014                         | 0.01 ± 0.006                           |
| Índice de Acidez (mg KOH/g)                  | 5.11 ± 0.109                         | 0.16 ± 0.0                             |
| Ácidos Grasos Libres (%)                     | 2.60 ± 0.055                         | 0.08 ± 0.0                             |
| Índice de Peróxido (meq. O <sub>2</sub> /Kg) | 4.8 ± 0.341                          | 0.94 ± 0.019                           |
| Índice de Saponificación (%)                 | 191.83 ± 0.152                       | 192.72 ± 1.664                         |
| Índice de Yodo (Wijs)                        | 95.30 ± 1.499                        | 93.25 ± 1.300                          |
| Materia Insaponificable (%)                  | 0.05 ± 0.010                         | 0.45 ± 0.07                            |
| Color (CIE Lab)                              | L* = 18.34<br>a* = 5.23<br>b* = 2.17 | L* = 29.85<br>a* = 18.66<br>b* = 21.11 |
| Índice de Refracción (25°C)                  | 1.465                                | 1.475                                  |
| Densidad (25°C) g/ml                         | 0.9121 ± 0.0                         | 0.9105 ± 0.0                           |
| Punto de Frio                                | Afirmativo                           | Afirmativo                             |
| Punto de Humo (°C)                           | 124.66 ± 527                         | 187.66 ± 3.785                         |

Fuente: (Paredes Amasifuen 2021)

### 1.3. Definición de términos básicos

#### 1.3.1. Método de extracción.

Es un método para diferenciar y/o separar un producto orgánico de mezclas o fuentes naturales. (Métodos de separación de mezclas 2019)

#### 1.3.2. Oleoso.

Que contiene o tiene la textura del aceite.

#### 1.3.3. Color del aceite.

El color de los aceites esta dado por la presencia de pigmentos liposolubles tales como carotenoides, clorofila y en algunos casos producto de la oxidación y polimerización de los ácidos grasos. Por lo general, el color característico del aceite y/o grasas es una mezcla de amarillo y rojo, incluyendo el azul, verde y marrón claro.

#### 1.3.4. Olor y sabor.

Cuando el aceite y/o grasa manifiesta un olor y sabor desagradable, es porque contienen sustancias no grasas oxidadas, que en cuyo caso efectuarse para ser usado como aceite comestible.

#### 1.3.5. Índice de refracción.

El índice de refracción permite clasificar a los aceites y grasas así como también predecir los avances de una hidrogenación catalítica.

#### 1.3.6. Densidad.

La densidad es la relación entre el peso y el volumen de la sustancia grasa.

#### 1.3.7. Índice de acidez.

El índice de acidez del aceite indica el porcentaje de ácidos grasos libres que contiene y que son causantes de su degradación.

#### 1.3.8. Viscosidad.

La viscosidad es una medida que describe la resistencia al desplazamiento o flujo, está relacionada con la fricción interna de un fluido o líquido.

#### 1.3.9. Índice de peróxido.

Es la medida que da el contenido de oxígeno activo en el aceite expresado en términos de miliequivalentes (meq) de peróxido por cada kilogramo de aceite, en otras palabras, mide el estado de oxidación inicial del aceite.

#### 1.3.10. Índice de saponificación.

Se define como la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio (KOH) requeridos para saponificar los ácidos grasos libres y combinados, presentes en un gramo de grasa y ofrece una medida del peso molecular promedio de los triglicéridos que constituye la grasa. Su importancia de este reside en la relación que existe entre el índice de saponificación y la longitud de cadena de los ácidos grasos del triglicérido.

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis.

El rendimiento y calidad del aceite de aguaje obtenido a partir de la pulpa del fruto, presenten diferencia significativa cuando el proceso de extracción se realiza por los métodos prensado de la pulpa húmeda, prensado de pulpa seca y extracción por cocción.



## 2.2. Variables y su operacionalización.

**Tabla 4. Descripción de las variables e indicadores.**

| Variable   | Definición  | Tipo por naturaleza                      | Indicador  | Escala de medición         | Categorías  | Valores de las categorías   | Medio de verificación  |
|--|---|--|--|----------------------------|---|---|--|
| <b>Independientes:</b><br><br>Método extracción                                    | <br><br>Procedimiento que se emplea para extraer el aceite de aguaje de la pulpa del fruto.   | <br><br>Cualitativa                      | <br><br>Meto de extracción   | <br><br>Categórica         | <br><br>Seco<br><br>Seco<br><br>Cocción   | <br><br>A 80°C<br><br>A 80°C<br><br>De 80 a 100°C                             | <br><br>Cuaderno de ensayo de laboratorio.   |
| <b>Dependiente:</b><br><br>Rendimiento en aceite<br><br>Propiedades físicoquímicas | <br><br>Cantidad porcentual de aceite obtenido a partir de una cantidad determinada de pulpa.<br><br>Tiempo estimado que dura la extracción del aceite. | <br><br>Cuantitativa<br><br>Cuantitativa | <br><br>Porcentaje en peso de aceite obtenido por peso de pulpa usado<br><br>Densidad<br><br>Índice de acidez<br><br>Índice de peróxido<br><br>Índice de saponificación<br><br>Grado de acidez | <br><br>Razón<br><br>Razón | <br><br>Valores Porcentuales en peso de aceite obtenido por peso de pulpa usado<br><br>g/ml<br><br>mgKOH/g<br><br>meq O <sub>2</sub> /kg<br><br>mg KOH/g<br><br>% de Ac. Oleico | <br><br>0 a 100 %<br><br>198-242<br><br>916<br><br>0.6<br><br>10<br><br>----- | <br><br>Cuaderno de ensayo de laboratorio.<br><br>Cuaderno de ensayo de laboratorio. |

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño metodológico.

La investigación es del tipo **comparativo-descriptivo y experimental**. Es descriptivo porque se pretende recolectar información referente a la cantidad y características físicas químicas de la pulpa y aceite que se obtendrá del fruto de aguaje usando los. Es experimental porque se manipulará los métodos de extracción para obtener el aceite, empleados por los productores de aceites de aguaje en la Amazonía. El diseño experimental a emplearse es del tipo DCA (Diseño del experimento completamente al azar).

**Tabla 5. Diseño del experimento completamente al azar (DCA) para la actividad catalítica**

| TRATAMIENTOS    |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| T1              | T2              | T3              |
| Y <sub>11</sub> | Y <sub>21</sub> | Y <sub>31</sub> |
| Y <sub>12</sub> | Y <sub>22</sub> | Y <sub>32</sub> |
| Y <sub>13</sub> | Y <sub>23</sub> | Y <sub>33</sub> |

Donde:

T1 = DSMP

T2 = DC.

T3 = DSC.

Y<sub>ij</sub>= Observaciones de: Rendimiento, y propiedades físico químicas del aceite de aguaje.

### 3.2. Diseño muestral.

#### 3.2.1. Población de estudio.

Estuvieron constituidos por los frutos de agujajes de 3 variedades: color, amarillo y shambo azul.

#### 3.2.2. Tamaño de la población de estudio

Esta constituidos por 34 kg (aproximadamente) de frutos de cada variedad de aguaje (Mauritia flexuosa): color, amarillo y shambo azul.

### 3.2.3. Muestreo o selección de la muestra

El muestreo se realizó en los mercados de la ciudad de Iquitos, el tipo de muestreo fue no probabilístico, la muestra se seleccionó según el criterio del investigador,

### 3.2.4. Criterios de selección

El criterio de la selección que se tuvo en cuenta fue la variedad del fruto de aguaje y que estos se encuentren en estado de madurez.

### 3.3. Procedimiento de recolección de datos.



**Figura 2.** Proceso descriptivo para la extracción del aceite de aguaje.

#### 3.3.1. Recolección de las muestras.

Las muestras (fruto de aguaje) se recolectaron del terreno Saraí, ubicada en el 35.5 Km el Paujil, carretera Iquitos Nauta. Las coordenadas son las siguientes: 4°01'55"S 73°26'41"W

#### 3.3.2. Recepción y pesado.

Los frutos recolectados fueron trasladados al laboratorio de Química Orgánica en el aula Magna, para su respectivo pesado.

#### 3.3.3. Selección y clasificación.

Se procedió a seleccionar los frutos buenos de aquellos frutos muy verdes y deteriorados que no cumplían las características para continuar en el proceso, y clasificados según la variedad.

#### 3.3.4. Lavado y desinfección.

Los frutos seleccionados y clasificados fueron depositados en tinas, la desinfección se realizó por inmersión en agua clorada por un tiempo de 5 minutos y luego escobillado para la eliminación de cuerpos extraños adheridos al fruto.

#### 3.3.5. Ablandamiento de pulpa

Para el pretratamiento, los frutos fueron colocados en tinas con agua caliente a una temperatura de 60 – 70°C y dejado reposar a la luz del sol durante 2 horas para ablandar la pulpa, evitando que el fruto este demasiado tiempo en contacto con el agua.

### 3.3.6. Pulpeado.

Los frutos ya maduros fueron colocados en la máquina Pulpeadora, con el fin de separar la pulpa de la semilla. Adicional a eso pasó por un tamiz o malla que separó la pulpa de la cascarilla.

El procedimiento se realizó en las instalaciones del CITE productivo Maynas.

### 3.3.7. Método de extracción de aceite con harina de pulpa, bagazo y cascarilla (DSMP).

- ✓ Lo primero que se procedió es a despepitar el aguaje para luego ser sometido a deshidratación. Y una vez seca se lo llevo al molino para así obtener la harina y posteriormente prensarla para la extracción del aceite.
- ✓ Filtrado: utilizamos papel filtro para poder separar las partículas sólidas contenidas en el aceite como son cascarillas restantes u otros.
- ✓ Secado: el aceite fue secado exponiéndolo a la estufa a una temperatura de 90° C, para evaporar el agua restante en el aceite y evitar la emulsión.

### 3.3.8. Método de extracción de aceite con harina de pulpa (DSP).

- ✓ Deshidratado: consistió en eliminar o remover el agua de 6 kilogramos de pulpa de aguaje, eliminando la actividad microbiana y enzimática. La operación se realizó en un equipo de deshidratación o plancha a una temperatura de 95°C durante 8 horas aproximadamente.

- ✓ Extracción. Este proceso fue realizado por una prensa en frío, aplicando la presión necesaria sobre la masa de la pulpa de aguaje, extrayendo así el máximo contenido de aceite de la pulpa.
- ✓ Filtrado. Utilizamos papel filtro para poder separar las partículas sólidas contenidas en el aceite como son cascarillas restantes u otros.

#### 3.3.9. Método de extracción por cocción de la pulpa (DC).

- ✓ Extracción por cocción: el proceso consistió en extraer el aceite de una forma más artesanal, el cual se basó en poner la masa de pulpa de aguaje (250g) en un vaso precipitado de 1L con agua hasta romper en hervor por un tiempo de 30 minutos. Cumplidos los minutos de hervor el material oleoso se visualizó en la superficie, se dejó reposar 10 minutos, para que luego se retire el aceite con ayuda de un vaso pequeño para colocarlo en un pera de decantación.
- ✓ Decantación. Se decantó en un plazo de 10 a 20 minutos y así posteriormente el aceite tenga la menor cantidad de agua posible.
- ✓ Filtrado. Utilizamos papel filtro para poder separar las partículas sólidas contenidas en el aceite como son cascarillas restantes u otros.
- ✓ Secado. El aceite fue secado exponiéndolo a la estufa a una temperatura de 90° C, para evaporar el agua restante en el aceite y evitar la emulsión.

#### 3.3.10. Envasado.

El envasado se realizó en envases de vidrio color ámbar, para así evitar la incidencia de la luz al momento de almacenar el producto final.

3.3.11. Caracterización fisicoquímica de las muestras de aceites obtenidas.

Los análisis de caracterización se realizaron en el laboratorio de Análisis Químicos Industriales, de la Facultad de Ingeniería Química perteneciente a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; los parámetros evaluados son los siguientes:

3.3.11.1. Determinación de Densidad. (ASTM D 1298)

La determinación se realizó con ayuda del picómetro para determinar la densidad del aceite comestible.

3.3.11.2. Determinación de Índice de acidez. (NTP 209.005:1968)

El procedimiento consistió en pesar 2g de la muestra en un Erlenmeyer de 125 ml. Luego se adicionó 25 ml de solución de éter-alcohol (2:1), neutra, agite. Posteriormente se adicionó 2 o 3 gotas del indicador fenolftaleína y se tituló con solución de NaOH 0.1 N hasta coloración rosada.

Cálculos:  $I.A. = ml \times N \times 56.1 / \text{Peso de la muestra.}$

3.3.11.3. Determinación de Grado de acidez. (NTP209.005:1968)

Se pesó 2g de muestra. Luego, se añadió 50 ml de alcohol neutralizado y calentamos el matraz para así añadir 5 gotas del indicador fenolftaleína. Se continuó con el análisis, realizando la titulación de la muestra con NaOH 0.1N, agitando vigorosamente



hasta la aparición del primer color rosado permanente de igual intensidad que el del alcohol neutralizo.

Cálculos:

$$\%AGL (Ac. Oleico) = \frac{ml \times N \times 0.282}{Peso \text{ de la muestra}} \times 100$$

#### 3.3.11.4. Determinación de Índice de peróxido. (NTP 209.006:1968)

En un Erlenmeyer, se pesó 5g de la muestra. Se añadió 30ml de solución de ácido acético-Cloroformo (3:2), agitamos el matraz hasta que la muestra se disuelva en la solución. Añadimos 0.5ml de solución saturada de KI y se dejó en reposo por exactamente 1 minuto. Se añadió 50 ml de agua destilada y se realizó la valoración de la solución con solución de tiosulfato de sodio 0.1N hasta que el color amarillo de la solución casi desaparezca; entonces, se añadió 0.5ml de solución de almidón y continuamos con la valoración hasta que desaparezca completamente el color.

Cálculos: I.P. = ml x N x 1000/peso de la muestra

### 3.3.11.5. Determinación de Índice saponificación. (NTP 209.058:1980)

Cogimos un Erlenmeyer y mezclamos 2 g de aceite con 25 ml de la solución etanoica de KOH 0.5 N., lo llevamos a una fuente de calor hasta lograr la ebullición mientras agitamos permanentemente, posteriormente se quita de la fuente de calor y los dejamos que repose por 60 min. Luego se agregó 5 gotas de fenolftaleína y se tituló en caliente con una solución de ácido clorhídrico 0.5N; también se repitió el procedimiento con una muestra en blanco.

Cálculos:

$$\text{índice de saponificación} = \frac{56.1 N(V - V'')}{P}$$

### 3.4. Procesamiento y análisis de datos.

Los resultados obtenidos fueron representados mediante estadística descriptiva, usando tablas y gráficos, y se aplicó una evaluación de medias mediante tukey para observar si existe una diferencia significativa entre los diferentes métodos de extracción aplicados en la obtención del aceite. Se aplicó el paquete estadístico MINITAB 17.

### 3.5. Aspectos éticos,

En el presente trabajo no se realizó experimentos con seres humanos ni animales por lo que no se consideró este punto.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Extracción del aceite de aguaje (*Mauritia flexuosa*).

#### 4.1.1. Resultados de extracciones por el método DSMP

**Tabla 6. Resultado de las extracciones de aceite por prensado de la pulpa seca con cascarilla y bagazo.**

| VARIEDAD    | Primera extracción(ml) | Segunda extracción(ml) | Tercera extracción(ml) | Promedio(ml) |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| Color       | 270                    | 258                    | 265                    | 264          |
| Amarillo    | 250                    | 268                    | 275                    | 264          |
| Shambo azul | 235                    | 250                    | 260                    | 248          |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2. Resultados de extracciones por el método DSP

**Tabla 7. Resultados de las extracciones de aceite por prensado de pulpa seca.**

| VARIEDAD    | Primera extracción (ml) | Segunda extracción (ml) | Tercera extracción (ml) | Promedio (ml) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Color       | 355                     | 368                     | 350                     | 358           |
| Amarillo    | 345                     | 350                     | 349                     | 348           |
| Shambo azul | 203                     | 205                     | 190                     | 199           |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3. Resultados de las extracciones por el método DC

**Tabla 8. Resultados de las extracciones de aceite por cocción de pulpa.**

| VARIEDAD    | Primera extracción (ml) | Segunda extracción (ml) | Tercera extracción (ml) | Promedio (ml) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Color       | 33                      | 35                      | 32                      | 33            |
| Amarillo    | 45                      | 48                      | 43                      | 45            |
| Shambo azul | 27                      | 33                      | 29                      | 30            |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.4. Resultados de rendimiento de pulpa en el método DSP

**Tabla 9. Rendimiento de pulpa método de extracción de prensado de pulpa seca**

| VARIEDAD    | Cantidad de aguaje (Kg) | Pulpa obtenida y secada (Kg) |
|-------------|-------------------------|------------------------------|
| Color       | 34                      | 7.4                          |
| Amarillo    | 36.2                    | 13                           |
| Shambo azul | 33.4                    | 7.38                         |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.5. Resultados de rendimiento de pulpa en el método DSMP

**Tabla 10. Rendimiento de pulpa método de extracción de prensado de harina de pulpa, bagazo y cascarilla.**

| VARIEDAD    | Cantidad de aguaje (Kg) | Pulpa obtenida y secada (Kg) |
|-------------|-------------------------|------------------------------|
| Color       | 8.5                     | 1.35                         |
| Amarillo    | 8                       | 1.2                          |
| Shambo azul | 9                       | 1.5                          |

#### 4.1.6. Rendimiento de pulpa método DC

**Tabla 11. Rendimiento de pulpa método de extracción por cocción**

| VARIEDAD    | Cantidad de aguaje (Kg) | Pulpa obtenida (Kg) |
|-------------|-------------------------|---------------------|
| Color       | 5.3                     | 1.1                 |
| Amarillo    | 5                       | 1                   |
| Shambo azul | 5.6                     | 1.3                 |

Fuente: Elaboración Propia

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS EXTRACCIONES DE LOS TRES MÉTODOS PARA LA VARIEDAD COLOR

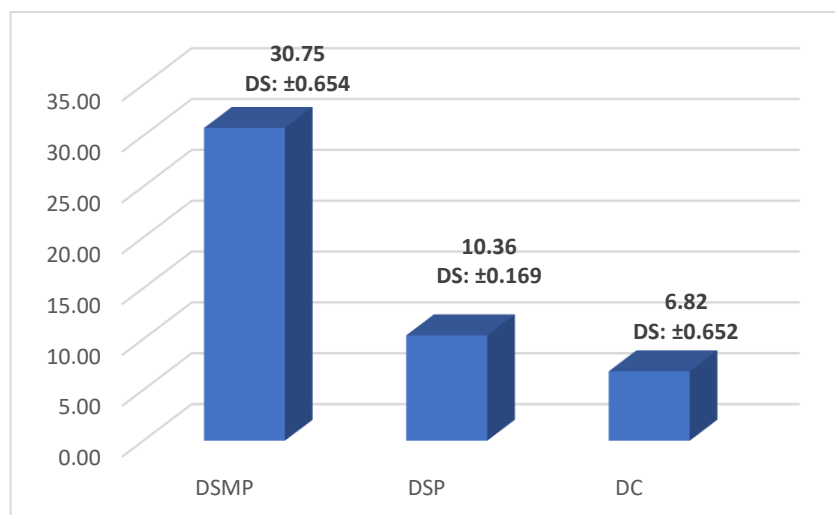


Figura 3. Gráfico los resultados obtenidos para la variedad Color

**Tabla 12. Análisis de Varianza del rendimiento en aceite de aguaje obtenido por tres métodos de la variedad Color**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Método | 2  | 1001.11   | 500.556   | 1703.02 | 0.000   |
| Error  | 6  | 1.76      | 0.294     |         |         |
| Total  | 8  | 1002.88   |           |         |         |

**Tabla 13. Prueba de Tukey y una confianza de 95% para la variedad Color**

| Método | N | Media   | Agrupación |
|--------|---|---------|------------|
| DSMP   | 3 | 30.753  | A          |
| DSP    | 3 | 10.3633 | B          |
| DC     | 3 | 6.820   | C          |

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO EN ACETE DE POR TRES METODOS DE MAURTA FLEXOSA VARIEDAD AMARILLO

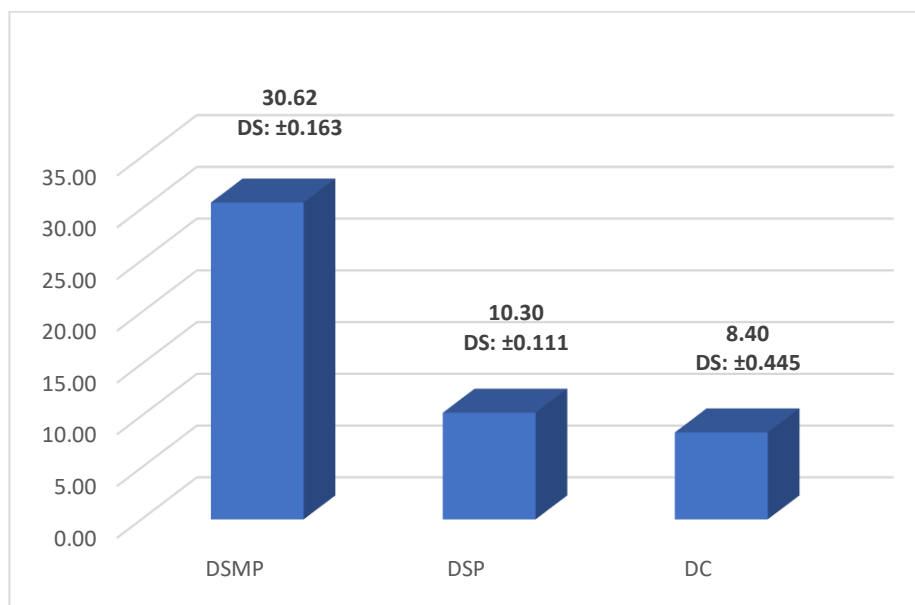


Figura 4. Gráfico los resultados obtenidos para la variedad Amarillo

**Tabla 14. Análisis de Varianza del rendimiento en aceite de aguaje obtenido por tres métodos de la variedad Amarillo**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Método | 2  | 909.674   | 454.837   | 5759.86 | 0.000   |
| Error  | 6  | 0.474     | 0.079     |         |         |
| Total  | 8  | 910.147   |           |         |         |

**Tabla 15. Prueba de Tukey y una confianza de 95% para la variedad Amarillo**

| Método | N | Media   | Agrupación |
|--------|---|---------|------------|
| DSMP   | 3 | 30.6167 | A          |
| DSP    | 3 | 10.3033 | B          |
| DC     | 3 | 8.403   | C          |

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO EN ACETE DE POR TRES METODOS DE MAURTA FLEXOSA PARA LA VARIEDAD SHAMBO AZUL

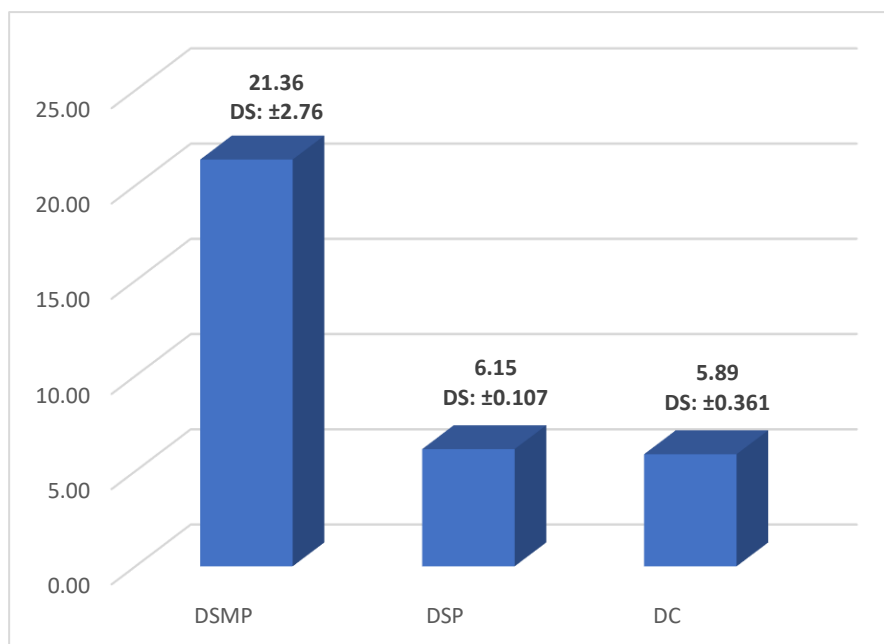


Figura 5. Gráfico los resultados obtenidos para la variedad Shambo Azul

**Tabla 16. Análisis de Varianza del rendimiento en aceite de aguaje obtenido por tres métodos de la variedad Shambo Azul.**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Método | 2  | 470.74    | 235.369   | 91.01   | 0.000   |
| Error  | 6  | 15.52     | 2.586     |         |         |
| Total  | 8  | 486.26    |           |         |         |

**Tabla 17. Prueba de Tukey y una confianza de 95% para la variedad Shambo Azul.**

| Método | N | Media  | Agrupación |
|--------|---|--------|------------|
| DSMP   | 3 | 21.36  | A          |
| DSP    | 3 | 6.1533 | B          |
| DC     | 3 | 5.887  | B          |

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



4.2. Características fisicoquímicas del aceite de *Mauritia Flexuosa*.

**Tabla 18. Análisis de Características Fisicoquímicas. Método de prensado de pulpa seca (DSP)**

| Parámetro  | Color  | Amarillo | Shambo azul |
|--|--------|----------|-------------|
| Densidad (g/ml) a 15.6 °C                          | 0.8997 | 0.9126   | 0.8775      |
| Índice de acidez (mg KOH/g grasa)                  | 3.9040 | 3.0520   | 4.1350      |
| Grado de acidez (% de Ac. Oleico)                  | 1.9620 | 1.5340   | 2.0780      |
| Índice de Peróxido (mEq O <sub>2</sub> /Kg aceite) | 118.44 | 9.81     | 28.83       |
| Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)      | 364.06 | 401.40   | 358.44      |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19. Análisis de Características Fisicoquímicas. Método de cocción (DC).**

| Parámetro  | Color  | Amarillo | Shambo azul |
|--|--------|----------|-------------|
| Densidad (g/ml) a 15.6 °C                          | 0.9431 | 0.9478   | 0.9042      |
| Índice de acidez (mg KOH/g grasa)                  | 3.2390 | 8.220    | 4.0550      |
| Grado de acidez (% de Ac. Oleico)                  | 1.6230 | 0.4130   | 2.0380      |
| Índice de Peróxido (mEq O <sub>2</sub> /Kg aceite) | 110.63 | ND       | 25.80       |
| Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)      | 397.65 | 402.54   | 385.20      |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 20. Análisis de Características Fisicoquímicas. Método de prensado de pulpa con bagazo y cascarilla (DSMP).**

| Parámetro  | Color  | Amarillo | Shambo azul |
|--|--------|----------|-------------|
| Densidad (g/ml) a 15.6 °C                          | 0.9354 | 0.9263   | 0.8975      |
| Índice de acidez (mg KOH/g grasa)                  | 4.1050 | 3.8975   | 4.0620      |
| Grado de acidez (% de Ac. Oleico)                  | 1.7524 | 0.6532   | 2.0525      |
| Índice de Peróxido (mEq O <sub>2</sub> /Kg aceite) | 26.75  | 31.41    | 111.43      |
| Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)      | 398.65 | 365.97   | 375.26      |

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Según los análisis de los rendimientos promedio obtenidos en el transcurso de esta investigación, se observa que el método DSMP exhibe el rendimiento más favorable en términos de la cantidad de aceite producido por kilogramo de aguaje, sin importar la variedad utilizada. Esto sugiere que, en general, se obtiene un volumen de aceite casi equivalente al emplear las variedades Amarillo y Color. Sin embargo, al utilizar la variedad Shambo Azul, se registra un rendimiento promedio ligeramente inferior, aunque sigue siendo considerablemente mayor en comparación con los métodos DSP y DC. Este hallazgo destaca la viabilidad y eficacia del método DSMP en la extracción de aceite de aguaje.

Los hallazgos obtenidos mediante la aplicación del método DSMP muestran un rendimiento del 3.51%, una cifra notablemente superior en contraste con el porcentaje informado por Rojas (2022) en su investigación. En su estudio, empleando la variedad Amarillo y utilizando el método de prensado de pulpa deshidratada, se obtuvo un rendimiento del 0.35%. Por otro lado, Acosta (2021) reporta un rendimiento máximo del 28.63% en su investigación, donde selecciona la variedad Amarillo como población de estudio y extrae el aceite utilizando un método que denomina prensado en frío. Al emplear este método él incrementa la cantidad de materia prima para luego realizar la presión de la pulpa previamente secada. A pesar de ello los resultados obtenidos son comparables en términos de la relación entre la cantidad de pulpa utilizada y la cantidad de aceite obtenido. Además, Acosta realiza extracciones utilizando los métodos Soxhlet y Folch, obteniendo rendimientos del 51.4% y 1.35%, respectivamente.

En contraste, Chañi et al. (2019), en su estudio, lograron un rendimiento del 41% al extraer el aceite utilizando el método de dióxido de carbono supercrítico. Sin embargo, no especifican la variedad de aguaje que emplearon en su investigación. En cuanto a Paredes (2021) determinó 4.447% y 3.973% de rendimiento de las variedades Color y Amarillo respectivamente. Este estudio sí guarda relación porque se emplearon los

métodos DSMP y DSP y los valores que reporta se asemejan con los rendimientos obtenidos en el estudio.

Según los análisis obtenidos de **Densidad** de la caracterización fisicoquímica realizada en el transcurso de esta investigación, se observa que el método de Despepitado y Cocción (DC) exhibe resultados favorables para el aceite en términos de mayor densidad que los otros métodos, sin importar la variedad utilizada. Los hallazgos obtenidos mediante el método DC muestra a 15.6 °C de temperatura una densidad de 0.9431 g/ml para la variedad Color, 0.9478 g/ml para la variedad Amarillo y 0.9042 g/ml para la variedad Shambo Azul, donde los valores obtenidos se asemejan al aceite extraído por Paredes (2021) con una densidad de 0.915 g/ml obtenido de tres (3) ecotipos por el método de prensado en frío. Por otro lado, Alfaro & Chanamé (2008) obtuvo una densidad promedio de 0.9166 g/ml aplicando los métodos de extracción mecánica (prensado discontinuo) y con solvente (hexano). Mientras que Acosta et al (2021) obtuvo una densidad promedio de 0.8553 g/ml utilizando la variedad Amarillo y aplicando el método prensado en frío.

Según los análisis obtenidos de **Índice de acidez** (mg KOH/g grasa) y **Grado de acidez** (% de Ac. Oleico) de la caracterización fisicoquímica realizada en el transcurso de esta investigación, se observa que para el Índice de Acidez aplicando el método DC se obtuvo 3.2390mg KOH/g grasa para la variedad Color, siendo la menor concentración a comparación de los otros métodos; 8.220mg KOH/g grasa para la variedad Amarillo, excediendo los LMP en comparación a los otros métodos que no exceden los LMP; 4.0550mg KOH/g grasa para la variedad Shambo azul excediendo los LMP al igual que el resto de métodos; donde el valor obtenido por la variedad Color se asemeja a los valores obtenidos por Acosta et al (2021) con un promedio de 3.1367mg KOH/g grasa aplicando el método Soxhlet con la variedad Amarillo. Para el Grado de Acidez aplicando el método DC se obtuvo resultados más favorables a comparación de los otros métodos, siendo estos los siguientes, 1.6230% para la variedad Color, 0.4130% para la variedad Amarillo y 2.0380% para la variedad Shambo Azul, siendo este último el de mayor porcentaje (%) que el resto de variedades. Así mismo, Paredes (2021) obtuvo resultados de 2.86% aplicando el método de Prensado en frío a partir de los tres (3) ecotipos del

aguje; a comparación de Alfaro & Chanamé (2008) reportaron resultados menores, en promedio obtuvo 0.2509% aplicando el método de extracción mecánica y con solvente,

Según los análisis obtenidos de **Índice de Peróxido** de la caracterización fisicoquímica realizada en el transcurso de esta investigación, obteniendo como valor más alto el del método DSP con la variedad Color, siendo este 118.44mEqO<sub>2</sub>/Kg aceite excediendo el LMP establecido por la NTP, también se obtuvo el valor más pequeño de 9.81mEqO<sub>2</sub>/Kg aceite con el método DSP y variedad Amarillo, estando dentro de los LMP establecido por NTP, así como también no se obtuvo ningún valor con la misma variedad, pero con el método DC. En comparación con los valores obtenidos por Acosta et al (2021) que en promedio reportó un valor de 9.256mEqO<sub>2</sub>/Kg aceite aplicando el método de prensado en frío con la variedad Amarillo. Mientras que Paredes (2021) obtuvieron valores que fueron de 3.69mEqO<sub>2</sub>/Kg aceite con la variedad Shambo como valor más alto y 3.35mEqO<sub>2</sub>/Kg aceite para la variedad ponguete, aplicando el método de prensado en frío para ambos valores. Así mismo, Alfaro & Chanamé (2008) aplicando los métodos de extracción mecánica y con solvente, reportaron valores menores que en promedio fue de 2.522mEqO<sub>2</sub>/Kg aceite.

Según los análisis obtenidos de **Índice de Saponificación** de la caracterización fisicoquímica realizada en el transcurso de esta investigación, obteniendo como valores significativos lo siguiente, 398.65mgKOH/g aceite con el método DSMP y variedad Color, 402.54mgKOH/g aceite con el método DC y variedad Amarillo, 385.20mgKOH/g aceite con el método DC y Variedad Shambo Azul. Según Paredes (2021), en su investigación reportó que con el método de prensado en frío y variedad Shambo obtuvo un valor de 192.52% expresado en porcentaje, como a su vez Alfaro & Chanamé (2008) aplicando los métodos de Extracción mecánica y con solvente reportó en promedio el valor de 187.58mgKOH/g aceite.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- El rendimiento en aceite para las variedades trabajadas son 26.7% variedad Color, 26.7% variedad Amarillo y 19.7% para el Shambo Azul. Obteniendo que las variedades Color y Amarillo se pueden aprovechar más.
- Las propiedades físicas y químicas del aceite obtenido de cada variedad del fruto, siendo el índice de ácidos e índice de peróxidos; sólo el índice de ácidos se encuentra dentro de los LMP establecidos en la norma técnica peruana.
- El método más eficiente para obtener un mayor rendimiento de aceite de *Mauritia flexuosa* es el proceso de prensado que implica el uso de harina de pulpa, bagazo y cascarilla del fruto (DSMP), dando un 28% para las variedades Color y Amarillo; para la variedad Shambo Azul 19.7%.
- Según los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis de investigación que el rendimiento y calidad del aceite de aguaje obtenido a partir de la pulpa del fruto presenta diferencias significativas cuando el proceso de extracción se realice por los tres métodos de extracción estudiados.

## CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Emplear una prensa de mayor capacidad con el fin de mejorar el rendimiento en la extracción del aceite.
2. Aplicar la técnica de cromatografía de capa fina al aceite de aguaje para lograr una separación más precisa, identificación detallada y determinación de los componentes químicos presentes en él.
3. Al realizar la extracción del aceite mediante el método de prensado de pulpa seca, evitar llevar el proceso hasta el secado total de la pulpa. Esto puede significar una gran variación en el rendimiento.
4. Aprovechar el subproducto generado durante el proceso de extracción (torta del prensado) para posibles investigaciones futuras o usos adicionales.
5. Para la maduración de los frutos tener en cuenta el tiempo de inmersión en agua.

## CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- ACOSTA RODRÍGUEZ, G.A., ARIAS, J.P., MARCELA, J. y CHINCHILLA, A., 2021. Standardization of the oil extraction process of *Mauritia flexuosa* from Guaviare, Colombia. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales* [en línea], vol. 8, no. 2, [consulta: 17 diciembre 2023]. ISSN 2422-4456. DOI 10.23850/24220582.3249. Disponible en: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/estandarizacion-del-proceso-de-extraccion-de-aceite-de-mauritia->.
- BART, J.C.J., PALMERI, N. y CAVALLERO, S., 2010. *Biodiesel Science and Technology* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 10 enero 2024]. Disponible en: <https://www.perlego.com/book/1833449/biodiesel-science-and-technology-from-soil-to-oil-pdf>.
- CEFLA MIRANDA, K.O., 2015. *DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE VEGETAL COMESTIBLE DE LAS SEMILLAS DE CHÍA (SALVIA HISPANICA L.) MEDIANTE PRENSADO* [en línea]. Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL. [consulta: 17 diciembre 2023]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10365/3/CD-6164.pdf>.
- CHAÑI PAUCAR, L.O., JOHNER FLORES, J.C., TORRES YALI, E. y GARCÍA ARO, D., 2019. EXTRACCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES DE LA PULPA DE AGUAJE (*Mauritia flexuosa*) EMPLEANDO DIÓXIDO DE CARBONO SUPERCRÍTICO. [en línea]. PUERTO MALDONADO: [consulta: 3 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/547/014-2020-UNAMAD-VRI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- DEL CASTILLO TORRES, D., FREITAS ALVARADO, L. y DEL AGUILA PASQUEL, J., 2021. *El aguaje, superalimento amazónico* [en línea]. 1. S.l.: s.n. [consulta: 13 noviembre 2023]. ISBN 9789972778162. Disponible en: <https://profonanpe.org.pe/wp-content/uploads/2022/02/Aguaje.pdf>.



DURÁN AGÜERO, S., TORRES GARCÍA, J. y SANHUEZA CATALÁN, J., 2015. Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutrición Hospitalaria* [en línea], vol. 32, no. 1, [consulta: 17 diciembre 2023]. ISSN 0212-1611. DOI 10.3305/NH.2015.32.1.8874. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112015000700004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015000700004&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

GALARRAGA RIVERA, Y.O., 2015. *DISEÑO DE UNA PRENSA DE TORNILLO TIPO EXPPELLER PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE VEGETAL VIRGEN DE LA SEMILLA DE MAÍZ, PARA USO COMESTIBLE*. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

LABEAU ORGANIC, 2020. ¿QUÉ DIFERENCIA HAY ENTRE LOS ACEITES ESENCIALES Y LOS VEGETALES? [en línea]. [consulta: 24 septiembre 2023]. Disponible en: <https://labeauorganic.com/blogs/labeautalks/que-diferencia-hay-entre-los-aceites-esenciales-y-los-vegetales>.

MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS, 2019. Extracción. [en línea]. [consulta: 17 diciembre 2023]. Disponible en: <https://metodosdeseparaciondemezclas.win/extraccion/>.

PAREDES AMASIFUEN, J.A., 2021. *DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL ACEITE OBTENIDO MEDIANTE EXTRACCIÓN MECÁNICA EN FRÍO DE TRES ECOTIPOS DE AGUAJE (*Mauritia flexuosa* L.) EN LA REGIÓN DE UCAYALI* [en línea]. PUCALLPA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI. [consulta: 17 diciembre 2023]. Disponible en: [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4815/UNU\\_AGROINDUSTRIAS\\_2021\\_T\\_JOSE-PAREDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4815/UNU_AGROINDUSTRIAS_2021_T_JOSE-PAREDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

PONS, G.A., 2015. Aceites vegetales, hacia una producción sostenible. *El Hombre y la Máquina* [en línea], no. 46, [consulta: 17 diciembre 2023]. ISSN 0121-0777. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47843368002>.

- RAI, A., MOHANTY, B. y BHARGAVA, R., 2018. Optimization of parameters for supercritical extraction of watermelon seed oil. *Separation Science and Technology* [en línea], vol. 53, no. 4, [consulta: 9 enero 2024]. ISSN 15205754. DOI 10.1080/01496395.2017.1397020. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01496395.2017.1397020>.
- RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, M., ALCARAZ MELÉNDEZ, L. y REAL COSÍO, S.M., 2012. PROCEDIMIENTOS PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES EN PLANTAS AROMÁTICAS. [en línea]. S.I.: Disponible en: <http://www.cibnor.mx>.
- ROJAS RAMOS, K.M., 2019. *Obtención y extracción de aceites vegetales* [en línea]. Lima: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. [consulta: 17 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/3861/MONOGRAF%c3%8dA%20-%20ROJAS%20RAMOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- TABIO GARCIA, T., DÍAZ DOMÍNGUEZ, Y., RONDÓN MACIAS, M. y FERNÁNDEZ SANTANA, E., 2017. Extracción de aceites de origen vegetal. [en línea], DOI 10.13140/RG.2.2.11047.55201. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/317007345>.
- VALERA, R., 2015. Métodos de extracción de los aceites vegetales | Aceite vegetal. [en línea]. [consulta: 17 diciembre 2023]. Disponible en: <https://beauty.biotrendies.com/metodos-de-extraccion-de-los-aceites-vegetales.html>.
- VILLAFAÑA, J., 2014. *Proyecto de producción de aceite de aguaje* [en línea]. Perú: [consulta: 17 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=NpptWbmLNhU>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

| Título de la Investigación  | Preguntas de la Investigación  | Objetivos de la Investigación   | Hipótesis   | Tipo y diseño de estudio  | Población de estudio y procesamiento   | Instrumento de recolección de datos   |
|---|--|---|---|---|--|---|
| COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE <i>Mauritia flexuosa</i> APLICADOS POR PRODUCTORES DE LA AMAZONÍA PERUANA 2023 | ¿Existirá alguna diferencia en el rendimiento del aceite de aguaje cuando se extrae por los métodos de prensado de la pulpa seca, prensado de la pulpa seca con todo cascarilla y bagazo; y por cocción de la pulpa? | <p>Objetivo general</p> <p>Determinar por cuál método de extracción, prensado en seco de la pulpa con todo cascarilla y bagazo y por cocción de la pulpa, obtendremos el aceite con mejores rendimientos y características.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Obtener pulpa del fruto de aguaje.</p> <p>Despepitar el fruto del aguaje.</p> <p>Obtener aceite a partir de la pulpa de aguaje por tres métodos: prensado de la pulpa seca, prensado de la pulpa seca con todo cascarilla y bagazo; y por cocción de la pulpa.</p> <p>Determinar el rendimiento en aceite de aguaje en los tres métodos.</p> <p>Determinar las propiedades físicas y químicas del aceite de aguaje.</p> | El rendimiento y calidad del aceite de aguaje obtenido a partir de la pulpa del fruto, presenten diferencia significativa cuando el proceso de extracción se realiza por los métodos prensado de la pulpa seca, prensado de la pulpa seca con todo cascarilla y bagazo y por cocción. | <p>La investigación es del tipo comparativo-descriptivo y experimental.</p> <p>El diseño experimental a emplearse es del tipo DCA (Diseño del experimento completamente al azar).</p> | <p>Esta constituidos por los frutos de aguajes de 3 variedades: color, amarillo y shambo azul.</p> <p>Los resultados obtenidos fueron representados mediante estadística descriptiva, usando tablas y gráficos, y se aplicó una evaluación de medias mediante tukey para observar si existe una diferencia significativa entre los diferentes métodos de extracción aplicados en la obtención del aceite. Se aplicó el paquete estadístico MINITAB 17.</p> | Los instrumentos para la recolección de los datos estarán constituidos por materiales, equipos de laboratorio y cuadernos de apuntes. |

## Anexo 2. Análisis fisicoquímicos del aceite de aguaje.



**UNAP**  
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana  
Facultad de Ingeniería Química-FIQ

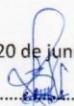


### RESULTADOS DE ANALISIS


Muestra : Aceite de *Maurutia Flexuosa*  
Solicitado por : Franco Marcelo Cmus Parano.  
Luis Martín Paima Pizango  
Tipo de Análisis : Físico-Químico  
Fecha de Análisis : 20 de junio de 2023

| Parámetro  | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Muestra 4 | Muestra 5 | Muestra 6 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Densidad (g/ml) a 15.6 °C                        | 0,9042    | 0,8775    | 0,8997    | 0,9431    | 0,9126    | 0,9478    |
| Índice de acidez mg KOH/g grasa                  | 4,0550    | 4,1350    | 3,9040    | 3,2390    | 3,0520    | 8,220     |
| Grado de acidez (% de Ac. Oleico)                | 2,0380    | 2,0780    | 1,9620    | 1,6230    | 1,5340    | 0,4130    |
| Índice de Peróxido mEq O <sub>2</sub> /Kg aceite | 25,80     | 28,83     | 118,44    | 110,63    | 9,81      | -----     |
| Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)    | 385,20    | 358,44    | 364,06    | 397,65    | 401,40    | 402,54    |

Iquitos 20 de junio de 2023

  
Rosa Isabel Souza Najar  
Docente Adscrito FIQ-UNAP

Anexo 3. Constancia de determinación botánica.

 **UNAP**

Centro de Investigación de  
Recursos Naturales  
Herbarium Amazonense — AMAZ

INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO  
CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN AUT-ICND-2017-005

**CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA**  
**n.º 072-2023 AMAZ-UNAP**

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA), de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

**HACE CONSTAR:**


Que, la muestra botánica presentada por **LUIS MARTIN PAIMA PIZANGO** y **FRANCO MARCELO CAMUS PARANO**, bachilleres de la **Escuela Profesional de Ingeniería Química** de la **Facultad de Ingeniería Química** de la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana** pertenece al proyecto de tesis de pre grado titulado **“COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE *Mauritia flexuosa* APLICADOS POR PRODUCTORES DE LA AMAZONÍA PERUANA 2023.”**; ha sido **DETERMINADA** en este centro de investigación y enseñanza **Herbarium Amazonense-AMAZ-CIRNA-UNAP**, como se indica a continuación:


| Nº | FAMILIA   | ESPECIE                  | AUTOR | NOMBRE COMÚN |
|----|-----------|--------------------------|-------|--------------|
| 01 | ARECACEAE | <i>Mauritia flexuosa</i> | L. f. | “aguaje”     |

Determinador: Ing. Juan Celidonio Ruiz Macedo

A los dieciocho días del mes de diciembre del año dos mil veintitrés, se expide la presente constancia a los interesados para los fines que se estime conveniente.


Atentamente,

  
**Richard J. Huaranca Acostupa**  
Coordinador Herbarium Amazonense  
CIRNA - UNAP



Dirección Pevas/Nanay — Iquitos Perú      Página 1 de 1      CONSTANCIA n.º 072-2023

Apdo. 496 — Email: herbarium.amazonense@unapiquitos.edu.pe



Anexo 4. Imágenes del proceso de obtención del aceite.



**Figura 6.** Frutos seleccionados para el



**Figura 7.** Transporte al área de despulpado



**Figura 8.** Despulpadora



**Figura 9.** Proceso de despulpado



**Figura 10** Pulpa obtenida



**Figura 11.** Método de cocción



**Figura 12.** Secado de pulpa



**Figura 13.** Preparación para el prensado



**Figura 14.** Prensado de pulpa



**Figura 15.** Obtención del aceite



**Figura 16.** Filtración



**Figura 17.** Muestras envasadas



Anexo 5. Algunas imágenes del análisis de características fisicoquímicas.



**Figura 18.** Titulación para el índice de acidez



**Figura 19.** Titulación para el porcentaje de ácidos grasos libres



**Figura 20.** Titulación culminada para el cálculo del porcentaje de ácidos grasos libres



**Figura 21.** Titulación para el índice de peróxidos



**Figura 22.** Continuación de la valoración, ya añadido el almidón



**Figura 23.** Valoración culminada

**Tabla 21. Rendimiento de la variedad Color**

| Réplicas            | Método de prensado de pulpa seca con bagazo y cascarilla (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) | Método de prensado de pulpa seca (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) | Método de extracción por cocción (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) |
|---------------------|--|--|--|
| 1                   | 30   | 10.44  | 6.88   |
| 2                   | 31.08  | 10.17  | 6.14   |
| 3                   | 31.18  | 10.48  | 7.44   |
| Promedio            | 30.75  | 10.36  | 6.82   |
| Desviación estándar | 0.65431898   | 0.16862186   | 0.65207362   |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22. Rendimiento de la variedad Amarillo**

| Réplicas            | Método de prensado de pulpa seca con bagazo y cascarilla (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) | Método de prensado de pulpa seca (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) | Método de extracción por cocción (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) |
|---------------------|--|--|--|
| 1                   | 30.49  | 10.42  | 8.04   |
| 2                   | 30.8   | 10.29  | 8.9  |
| 3                   | 30.56  | 10.2   | 8.27   |
| Promedio            | 30.62  | 10.30  | 8.40   |
| Desviación estándar | 0.16258331   | 0.1106044  | 0.44523402   |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23. Rendimiento de la variedad Shambo Azul**

| Réplicas            | Método de prensado de pulpa seca con bagazo y cascarilla (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) | Método de prensado de pulpa seca (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) | Método de extracción por cocción (mL <sub>aceite</sub> /Kg <sub>aguaje</sub> ) |
|---------------------|--|--|--|
| 1                   | 23.94  | 6.22   | 5.92   |
| 2                   | 18.45  | 6.21   | 6.23   |
| 3                   | 21.69  | 6.03   | 5.51   |
| Promedio            | 21.36  | 6.15333333   | 5.88666667   |
| Desviación estándar | 2.75983695   | 0.10692677   | 0.36115555   |

Fuente: Elaboración Propia