

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**JABÓN LÍQUIDO CON ACEITE VEGETAL DE SACHA MANGUA (*Grias neuberthii* J.F.Macbr.) CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE**

**AUTOR**

**Leonidas Geovanny Pilco Pérez**

**DIRECTOR**

**Dr. Manuel Lázaro Pérez Quintana, PhD.**

**Puyo – Pastaza- Ecuador**

**2019 -2020**

# **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Declaro que el proyecto de investigación titulado “jabón líquido con aceite vegetal de Sacha Mangua (*Grias neuberthii* J.F.Macbr.) con actividad antioxidante” es de mi autoría, como los juicios comparativos, ideas y análisis. Por ello es que cedo los derechos a la Universidad Estatal Amazónica, para que pueda ser utilizado como material de apoyo de consulta o lectura en la biblioteca de la institución.

Puyo, 18 de febrero de 2020

Autor

---

**Leonidas Geovanny Pilco Pérez**

# **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En mi calidad de Director del proyecto de investigación titulado “jabón líquido con aceite vegetal de Sacha Mangua (*Grias neuberthii* J.F.Macbr.) Con actividad antioxidante” de autoría del Sr. Leonidas Geovanny Pilco Pérez, estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial. Certifico haber acompañado en la ejecución del proyecto de investigación y considero cumple con los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución. Por tanto, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal designado por el Departamento de Ciencias de la Tierra.

Puyo, 18 de febrero de 2020

---

**Manuel Lázaro Pérez Quintana**  
**Director**

**CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA  
HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE  
COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO**

# **CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

El Tribunal de sustentación de proyecto de investigación aprueba el proyecto de investigación titulado “jabón líquido con aceite vegetal de Sacha Mangua (*Grias neuberthii* J.F.Macbr.) con actividad antioxidante”

---

**Dr. Matteo Radice**  
**Presidente Tribunal**

---

**Dr. Yasiel Arteaga**  
**Miembro Tribunal**

---

**Dr. Miguel Ángel Enríquez Estrella**  
**Miembro Tribunal**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco la culminación de este proyecto de investigación a Dios porque hizo realidad este sueño guiándome en cada paso y dándome sus bendiciones.

A la vez agradezco a mi tutor de tesis Dr. Manuel Pérez Quintana y demás miembros de la comisión por la predisposición, paciencia, disponibilidad y la capacidad de guiar mis ideas; convirtiéndolos como un aporte invaluable. Sin olvidar el apoyo fundamental de mis Docentes y Área Administrativa de la UEA a los cuales he considerado mis amigos y mentores.

De igual manera quiero agradecer a la Economista Adriana Issamar Malán Obando por su apoyo constante y predisposición absoluta; en mi carrera profesional, mil gracias a usted ya que más allá de ser una excelente profesional es una gran persona.

Leonidas Geovanny Pilco Pérez

## **DEDICATORIA**

A Dios que con su infinita bondad y bendición me ha brindado la fortaleza y camino de lograr mis objetivos propuestos durante mi carrera profesional y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte durante éste periodo de estudio y de vida.

Leonidas Geovanny Pilco Pérez

## Resumen

El proyecto de investigación aborda la elaboración de un producto nuevo e innovador de limpieza personal, de textura líquida semisólida a partir del aceite vegetal de *Grias neuberthii* J.F. Macbr. (sacha mangua) cuya materia prima es extraída de la amazonia Ecuatoriana; el cual se manejó como una alternativa viable para la industria cosmética. Se determinó que existe un rendimiento promedio del 50.40% de aceite obtenido de la pulpa con una humedad del 6% en extracto seco del fruto. A través de un diseño estadístico factorial se determinaron los valores del tiempo y la temperatura y su incidencia en los resultados de la reacción de saponificación del aceite vegetal de *G. neuberthii* junto con el hidróxido de potasio (KOH); la superficie de respuesta del mejor tratamiento para la elaboración del producto fue a la temperatura de 90°C, tiempo 2min. Con la finalidad de encontrar valores cuantitativos de los compuestos antioxidantes y fenólicos se realizaron los análisis espectrofotométricos, con los siguientes resultados para el tratamiento a la temperatura de 90°C, tiempo 6 min 9: ABTS 1600,196 Trolox (mg/L), FRAP 25,1173 Trolox (mg/L) y Folin Ciocalteau 76,676 ácido gálico (mg/L). Los análisis fisicoquímicos realizados, se rigen y cumplen con lo que dictaminan las normas INEN con valores que se encuentran dentro de los parámetros establecidos. En el proceso de elaboración del jabón líquido con aceite vegetal *G. neuberthii*, cuantitativamente la temperatura influyó de manera significativa sobre el rendimiento, mientras que la interacción del tiempo y temperatura no influyó en el rendimiento obtenido. Por lo tanto, el jabón líquido de aceite vegetal de contenido polifenólico y actividad antioxidante, merece más investigaciones para su aplicación potencial en la industria cosmética.

**Palabras clave:** Aceite vegetal Sacha mangua, jabón líquido, actividad antioxidante, saponificación, ABTS, FRAP , Folin Ciocalteau.

## Abstract

The research project deals with the development of a new and innovative personal cleaning product, with a semi-solid liquid texture based on vegetable oil from *Grias neuberthii* J.F. Macbr. (sacha mangua) whose raw material is extracted from the Ecuadorian Amazon; which was handled as a viable alternative for the cosmetic industry. It was determined that there is an average yield of 50.40% of oil obtained from the pulp with a humidity of 6% in dry extract of the fruit. Through a factorial statistical design, the values of time and temperature were determined and their incidence on the results of the saponification reaction of vegetable oil of *G. neuberthii* together with potassium hydroxide (KOH); The response surface of the best treatment for the production of the product is the temperature 90 ° C, time 2min. In order to find quantitative values of the antioxidant and phenolytic compounds, spectrophotometric analyzes were performed, with the following results: ABTS 1600,196 Trolox (mg / L), FRAP 25, 1173 Trolox (mg / L), and Folin Ciocalteau 76,676 Gallic (mg / L). The physicochemical analyzes performed, are governed and comply with what the INEN standards dictate with values that are within the established parameters. In the process of making liquid soap with vegetable oil *G. neuberthii*, the temperature quantitatively influenced the performance significantly, while the interaction of time and temperature did not influence the yield obtained. Therefore, the liquid soap of vegetable oil of polyphenolic content and antioxidant activity deserves more research for its potential application in the cosmetic industry

Keywords: Sacha Mangua vegetable oil, liquid soap, antioxidant activity, saponification, ABTS, FRAP, Folin Ciocalteau.

# ÍNDICE

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1.       | INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
|          | PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....   | 2  |
| 1.2.1.   | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....  | 2  |
| 1.2.2.   | JUSTIFICACIÓN.....  | 2  |
| 1.3.     | FORMULACION DEL PROBLEMA.....   | 3  |
| 1.4.     | OBJETIVOS .....   | 4  |
| 1.4.1.   | OBJETIVO GENERAL.....   | 4  |
| 1.4.2.   | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....  | 4  |
| 2.       | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....  | 5  |
|          | ANTECEDENTES .....  | 5  |
|          | BASES TEÓRICAS.....   | 6  |
| 2.2.1.   | SACHA MANGUA ( <i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.).....                                    | 6  |
| 2.2.1.3. | DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....   | 7  |
| 2.2.1.4. | VALOR NUTRICIONAL .....   | 7  |
| 2.2.2.   | ACEITES VEGETALES .....   | 8  |
| 2.2.3.   | ACIDOS GRASOS .....   | 9  |
| 2.2.5.   | OBTENCIÓN DE JABONES .....  | 11 |
|          | Saponificación del metiléster con un álcali.....  | 15 |
| 2.2.6.   | MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE .....                               | 18 |
| 2.2.6.1. | ENSAYO DE FENOLES TOTALES CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....                                   | 18 |
| 3.       | METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....  | 20 |
| 3.1.     | LOCALIZACIÓN.....   | 20 |
| 3.2.     | TIPO DE INVESTIGACIÓN .....   | 21 |
| 3.3.     | MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....  | 21 |
| 3.4.     | DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE EXTRACCIÓN DE <i>G. neuberthii</i> .....                          | 21 |
| 3.5.     | RENDIMIENTO DEL ACEITE VEGETAL DE <i>G. neuberthii</i> .....                                | 23 |
| 3.6.     | DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN DEL ACEITE VEGETAL DE <i>G. neuberthii</i> ..... | 24 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.6.1. | MÉTODO DE SAPONIFICACIÓN (MÉTODO DE A.O.C.S.CA. 5A-40) .....   | 24 |
| 3.7.   | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....   | 25 |
| 3.8.   | MATERIALES Y EQUIPOS.....  | 26 |
| 3.9.   | FORMULACIÓN DEL JABÓN LÍQUIDO .....  | 26 |
| 3.10.  | ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL JABÓN LÍQUIDO (INEN, 1982) .....  | 28 |
| 3.11.  | DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO POLIFENÓLICO POR EL MÉTODO DE FOLIN<br>CIOCOALTEAU .....   | 30 |
| 3.12.  | DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL<br>MÉTODO FRAP (FERRIC ION REDUCING ANTIOXIDANT POWER) (Iris F. F. Benzie*, 1996) .....       | 32 |
| 3.13.  | DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL<br>MÉTODO ABTS (ÁCIDO 2,2 -AZINOBIS (3-ETILBENZOTIAZOLIN)-6-SULFONICO) (Kuskoski, 2006)<br>33 |    |
| 3.14.  | PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....   | 34 |
| 4.     | RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....  | 35 |
| 4.1.   | RENDIMIENTO EL ACEITE VEGETAL DE <i>Grias neuberthii</i> EXTRAÍDO POR EL MÉTODO TERMO<br>MECÁNICO.....   | 35 |
| 4.2.   | DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PASTA JABONOSA.....  | 36 |
| 4.3.   | ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO FACTORIAL.....   | 36 |
| 4.4.   | CONTENIDO POLIFENÓLICO MÉTODO (FOLIN CIOCOATEAU).....  | 40 |
| 4.5.   | ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE MÉTODO FRAP .....   | 42 |
| 4.6.   | ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE MÉTODO ABTS. ....   | 44 |
| 5.     | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....  | 48 |
| 5.1.   | CONCLUSIONES.....  | 48 |
| 5.2.   | RECOMENDACIONES .....  | 48 |
| 6.     | REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....  | 1  |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. División taxonómica de <i>G. neuberthii</i> .....   | 6  |
| Tabla 2. Componentes de <i>Grias neuberthii</i> .....  | 8  |
| Tabla 3. Insumos establecidos para obtención de la pasta jabonosa. ....  | 16 |
| Tabla 4. Insumos establecidos para la dilución de la pasta jabonosa.....   | 16 |
| Tabla 5. Especificaciones del jabón líquido de tocador. ....   | 17 |
| Tabla 6. Condiciones meteorológicas de la ciudad de Puyo .....   | 20 |
| Tabla 7. Matriz de diseño experimental para un diseño factorial 23.....  | 25 |
| Tabla 8. Niveles de los parámetros de control.....   | 25 |
| Tabla 9. Parámetros de control en la reacción de saponificación.....   | 27 |
| Tabla 10. Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 1 000 mg.L <sup>-1</sup> . Volumen final 10 mL (agua destilada). .... | 31 |
| Tabla 11. Preparación de la curva patrón de trolox a partir de una disolución concentrada de 10 mg.L-1. ....   | 32 |
| Tabla 12. Preparación de la curva patrón de TROLOX a partir de una disolución concentrada de 10 mg.L-1. Volumen final 10 mL (agua destilada). ....                       | 34 |
| Tabla 13. Rendimiento el aceite vegetal de <i>G. neuberthii</i> .....  | 35 |
| Tabla 14. Resultados del análisis de varianza para el modelo cuadrático sugerido .....   | 36 |
| Tabla 15. Resultados del diseño experimental para optimizar el rendimiento de la pasta jabonosa. ....  | 36 |
| Tabla 16. Análisis físico químico del jabón líquido.....   | 40 |
| Tabla 17. Resultados del análisis de varianza para la comparación de polifenoles totales. ....   | 41 |
| Tabla 18. Resultados del análisis de varianza para la comparación de la actividad antioxidante (FRAP).....   | 43 |
| Tabla 19. Resultados del análisis de varianza para la comparación de la actividad antioxidante (ABTS). ....  | 44 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Universidad Estatal Amazónica .....  | 20 |
| Figura 2. Diagrama de flujo de extracción del aceite de <i>G. neuberthii</i> .....   | 23 |
| Figura 3. Diagrama de elaboración de jabón líquido.....  | 30 |
| Figura 4. Curva patrón de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales....  | 31 |
| Figura 5. Curva patrón de TROLOX para actividad antioxidante total (FRAP).....   | 33 |
| Figura 6. Curva patrón de TROLOX para actividad antioxidante total (ABTS). .....   | 34 |
| Figura 7. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el rendimiento de la pasta jabonosa. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto .....        | 38 |
| Figura 8. Relación entre los datos de rendimiento experimentales y calculados por el modelo. ....  | 38 |
| Figura 9. Efecto de la temperatura y el tiempo de saponificación sobre el rendimiento de la pasta jabonosa.....  | 39 |
| Figura 10. Actividad polifenólica por el método Folin-Ciocalteu (mg/L) de jabón líquido con aceite vegetal de <i>G. neuberthii</i> (2 repeticiones).....       | 40 |
| Figura 11. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido polifenolítico. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto. ....               | 41 |
| Figura 12. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido polifenolítico. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto .....               | 42 |
| Figura 13. Actividad antioxidante por el método FRAP (mg/L) jabón líquido de <i>G. neuberthii</i> (dos repeticiones). ....                                     | 42 |
| Figura 14. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido de antioxidantes método FRAP. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto ..... | 43 |
| Figura 15. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido FRAP. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto .....                         | 44 |
| Figura 16. Actividad antioxidante por el método ABTS (mg/L) de jabón líquido de <i>G. neuberthii</i> (dos repeticiones). ....                                  | 44 |
| Figura 17. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido de antioxidantes ABTS. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto. ....        | 46 |
| Figura 18. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido antioxidante ABTS. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto. ....            | 46 |

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país mega diverso, que se ubica en el extremo occidental de América del Sur. Con una superficie total de 246.876 km<sup>2</sup> de las cuales 115.613 km<sup>2</sup> pertenecen a la región amazónica y su precipitación fluctúa entre 2000 y 5000 mm, la temperatura es uniforme, de 24°C a lo largo del año con un nicho ecológico de condiciones biológicas, físicas y ecológicas. (Velásquez, 2013).

Según lo establecido por Camacho, (1990) En la región amazónica existe un total de 4.857 especies de plantas y su potencial biológico encierra riquezas faunísticas y florísticas siendo uno de los más elevados del mundo con la mayor reserva de recursos forestales de alta productividad primaria; con grandes extensiones de bosques, ríos y lagos. El ecosistema del bosque amazónico concentra efectivamente los nutrientes en la vegetación con un 80% en los árboles, flores y frutos, látex, resinas, fibras, aceites y derivados fitoquímicos; gracias a la alta circulación de humedad y bióxido de carbono poseen una fuente potencial; de usos industrial o medicinal con valor incalculable desconocida en su gran mayoría a la espera de su investigación y recurso renovable de actividades económicas.

El fruto *Grias neuberthii* J.F. Macbr. (sacha mangua) es una especie de la región Amazónica el cual es una pulpa grasosa anaranjada que contiene 100g de pulpa comestible, 2,2g de proteína 2,7g de lípidos, 14,2g de glúcidos 2,2 mg de vitamina; sus partes aprovechables son la semilla, flor y pulpa. (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana )

Los aceites vegetales son ácidos grasos que mayoritariamente proporcionan omega6 y omega3; son utilizados por los humanos desde épocas ancestrales para la alimentación, uso cosmético, medicina entre otros (Durán, 2015)

La actividad antioxidante es una molécula amortiguadora que tiene la capacidad de reducir los radicales libres, las especies reactivas y los oxidantes endógenos y exógenos; este sistema amortiguador antioxidante desemboca, se regenera y se carga de hidrógenos y electrones a través del sistema glutatión – NADPH y de la reducción de NADP\* (Quintanar, 2009).

# **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el Ecuador; la región Amazónica con 4.857 especies de plantas se convierte en un atractivo lleno de riquezas; la flora amazónica constituye un vasto recurso natural y una gran reserva genética caracterizada por su diversidad y fenómenos de endemismo; comprende especies de plantas superiores, es decir: Angiospermas, Gimnospermas y criptógamas fibrovasculares; el 7% de las especies son plantas vasculares, el 20% las orquídeas y el 11% los helechos; cada una de las especies ofrece un potencial que se manifiesta en frutos, tallos, raíces fibras, aceites, colorantes que los pobladores indígenas extraen del bosque. Camacho, (1990). Por lo tanto, el ecosistema amazónico provee áreas de vegetación natural de usos desconocidos con altas propiedades medicinales, alimenticias, de uso cosmético, fibras y látex y otros considerados como un banco de material genético y alternativas de futuras demandas de nuevos productos. Es así que una de las aplicaciones y usos importantes que ofrece las especies naturales es la extracción de aceites por su alto contenido de nutrientes que pueden ser investigados con miras de una alternativa de consumo en el mercado.

Ante la situación antes mencionada; se manifiesta la oportunidad de aprovechar los recursos naturales que ofrece nuestra región amazónica; haciendo énfasis en la extracción del aceite vegetal de *G. neuberthii* con el fin de elaborar un jabón líquido enriquecido con antioxidantes llenos de propiedades naturales de origen orgánico, rico en ácidos grasos y vitaminas que beneficien a la epidermis.

Los aceites vegetales; uno de ellos el aceite vegetal de *G. neuberthii* posee antioxidantes naturales que permite la hidratación, regeneración de células, suavidad, elasticidad, tersura y juventud; se convirtiere en un producto integral en la aplicación del campo cosmético.

## **1.2.2. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación es totalmente justificada porque elaborar un jabón líquido con aceite vegetal de *G. neuberthii* permite que la actividad antioxidante del producto se sujete a un proceso de investigación debido a que sus propiedades naturales aportan a la problemática del campo cosmético de higiene personal.

El desconocimiento e incertidumbre de nuevas alternativas de investigación, la escases de recursos económicos y la falta de apoyo al talento humano con centros de investigación y personal calificado dispersos en puntos estratégicos a nivel de país son limitantes actuales que impiden aprovechar la cantidad y diversidad de los recursos naturales a investigar en la biodiversidad del Ecuador; lo que produce un escaso crecimiento del desarrollo socioeconómico en el mercado nacional; específicamente en las empresas comercializadoras de productos cosméticos y la producción industrial de jabón. (González, 2017).

Realizar una propuesta investigativa; a través de un análisis experimental del proceso de saponificación del vegetal *G. neubertii* con KOH (hidróxido de potasio) tomando en cuenta las variables de tiempo y temperatura para la obtención de la pasta jabonosa y su posterior producción de un jabón líquido, parte de la extracción de aceite.

El producto elaborado tendrá buenos resultados ya que el mismo poseerá propiedades reparadoras en cuanto a regeneración de la piel, hidratación y demás características nutritivas, por lo que el análisis experimental de la actividad antioxidante del aceite vegetal de *G. neubertii* abre las puertas a la investigación de otros recursos naturales.

Pérez (2007) establece la metodología para la evaluación de ingredientes funcionales antioxidantes en la fibra de uva; donde parten del modo de extracción, la saponificación de los ácidos grasos junto con el hidróxido de potasio KOH, seguido realiza la evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* en tiempo fijo en donde aplica procedimientos para la obtención de parámetros cinéticos utilizando métodos ABTS, FARPS, DPHH, ORAC, y vitamina E o  $\alpha$  tocoferol de naturaleza lipofílica con capacidad de reaccionar con un radical peróxilo; la valoración sensorial fue positiva en cuanto al color y olor del producto.

### **1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Qué efecto tendrá el jabón líquido con aceite vegetal de Sacha mangua (*Grias neubertii* J.F.Macbr.) con actividad antioxidante en condiciones de temperatura y tiempo de saponificación?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un nuevo producto de higiene personal en forma de jabón líquido con aceite vegetal de sacha mangua (*Grias neuberthii* J.F. Macbr.) con actividad antioxidante

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el rendimiento de la reacción de saponificación del aceite vegetal Sacha Mangua (*Grias neuberthii* J. F. MacBr.) con hidróxido de potasio a partir de un diseño estadístico factorial sobre la base de las variables tiempo y temperatura.
- Realizar análisis fisicoquímicos tales como pH, alcalinidad libre, materia insoluble en alcohol de los tratamientos para verificar la aceptabilidad del producto.
- Valorar la actividad antioxidante y la posible presencia de compuestos polifenólicos en el jabón líquido formulado a partir del material saponificado a través de los métodos espectrofotométricos: ABTS, FRAP y Folin Ciocalteau.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### ANTECEDENTES

Mediante una técnica *in vitro* Cervantes,(2015) evaluó la capacidad del potencial antioxidante del aceite vegetal de unguahua (*Oenocarpus bataua*), el cual emplea el método de radical estable 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH), cuyo patrón referente fue la vitamina E (alfa tocoferol acetato), arrojando los resultados siguientes 68.42; 92.38; 87.88; 85.12% de actividad antioxidante a las concentraciones de 6, 8, 10 y 12% mientras que la vitamina E (alfa tocoferol acetato), presento una actividad antioxidante de 77.51; 93.42; y 92.73% con las concentraciones de 6, 8, 10%.

Pérez (2007) establece la metodología para la evaluación de ingredientes funcionales antioxidantes en la fibra de uva, la saponificación de los ácidos grasos junto con el hidróxido de potasio KOH, seguido realiza la evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* en tiempo fijo en donde aplica procedimientos para la obtención de parámetros cinéticos utilizando métodos ABTS, FARPS, DPPH, ORAC, y vitamina E o  $\alpha$  tocoferol de naturaleza lipofílica con capacidad de reaccionar con un radical peróxido.

Para Montiel (2017) parte de la obtención de un subproducto de biodiesel; cuya elaboración es un jabón líquido industrial y para la elaboración del mismo toma como referencia la glicerina cruda la cual es un residuo contaminante; una vez obtenido el jabón resultante se caracterizó fisicoquímicamente; los resultados fueron: Potencial Hidrogeno (Ph) 3ml, determinación de la alcalinidad total 2,56 at, índice de saponificación 24,26 mg KOH/ g de glicerina.

Leyva Arévalo (2016) establece en su trabajo la elaboración de un jabón líquido usando aceite vegetal reciclado; para ello parte de la filtración de muestras recolectadas del aceite vegetal, posteriormente realiza un diseño experimental; a partir de un análisis fisicoquímico de saponificación cuyo resultado fue 278,90mg de KOH/g a través del diseño factorial  $2^3$ , un índice resultante de acidez 0,28 mg de KOH/g. la composición analizada fue de aceite de coco/aceite reciclado (%AC: 0 – 10%) a una temperatura de reacción ( $T^\circ$ ;70 – 90°C); la aplicación es técnicamente viable.

## BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. SACHA MANGUA (*Grias neuberthii* J.F. Macbr.)

#### 2.2.1.1. TAXONOMÍA

Tabla 1. División taxonómica de *Grias neuberthii* J.F. Macbr. (sacha mangua)

|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| Familia           | LECYTHIDACEAE                        |
| Nombre científico | <i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.  |
| Nombres Comunes   | Sacha mangua, mancona, jihuín huaran |

Fuente: (Rojas, SlideShare, 2017), exposición de frutales nativos

Esta especie posee lóbulos de cáliz separados en yema, los bracteoles y sonspicus se encuentran solo en esta especie en comparación de otras del género nativas de la Amazonía. *G. neuberthii* difiere de *Barringtonia* y otras especies de *Lecythidaceae* del viejo mundo (Mori, 2012)

#### 2.2.1.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El *Grias neuberthii* J.F. Macbr. (sacha mangua) pertenece a la familia *Lecythidaceae*; es un árbol de mediano porte con un crecimiento lento que muestra cierta tolerancia a la sombra, habita en bosques temporalmente inundables y no inundables también aluviales, que sobreviven a una temperatura de 25,1°C, precipitación máxima de 3419mm por año las poblaciones en las que se encuentran suelen ser densas llamadas sacha manglares, geográficamente se hallan al sur de Colombia, en la amazonia ecuatoriana y el norte del Perú, la trascendencia óptima de su desarrollo vegetativo y reproductivo es alcanzado bajo climas tropicales húmedos, los niveles de arcilla deben ser superiores al 15% para que la especie pueda tener una buena fertilidad en suelos arenosos su desarrollo es demasiado lento (García, 2002).

Se han registrado 472 plantas por hectárea, en altas poblaciones llamadas manglares las cuales coexisten con especie multiestratadas como son: el cacao (*Theobroma cacao*) Chimicua (*Perebealongi pendunculata*) Huito (*Genipia americana*), estas tienen una producción de 17Kg de frutos por año, bajo condiciones naturales se estima que por

hectárea se obtienen 8581 frutos anuales, el florecimiento se efectúa durante 8 meses, los frutos aparecen a partir de septiembre hasta abril, su pico de producción se da entre el mes de diciembre y febrero. Las partes que suelen aprovecharse del árbol son: las semillas la pulpa y la flor, su cosecha no pretende el uso de tecnologías complejas ya que se la realiza de manera manual. Para la recolección de frutos se toma en cuenta el tamaño del árbol, las plantas ideales para la cosecha deben poseer alrededor de 20cm de diámetro. El fruto una vez cosechado se lo debe consumir o a provechar por un tiempo estimado de 10 días para evitar pérdidas de la producción por descomposición (Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana, 2015).

En el área de la medicina es utilizado para regeneración y perdida por caída del cabello, se utiliza como laxante de origen natural también como tratante para suspender la sinusitis, además contrarresta el acné y depura el cuerpo, personas lo usan como un eficaz antiinflamatorio (Eco Natura, 2019).

### **2.2.1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

Es un árbol considerado como de mediana estatura con muy poca ramificación su altura es de 25 metros en promedio, el diámetro del tallo oscila entre los 40cm, las hojas son de característica simple, o lanceoladas con particularidad alargada de 1 a 1,5m de longitud y un ancho de 30cm, el peciolo es grueso con unos 20cm de longitud, las flores poseen cuatro pétalos amarillentos carnosos con 3,5cm a 7cm en su diámetro, que está totalmente distribuidas en el troco del árbol, su fruto es elíptico que cuenta con un rango de 6cm a 8cm de grosor con 8cm a 13cm de largo sus cascara es fina con una coloración café, la pulpa es anaranjada y grasosa cuenta con 1cm de espesor, la semilla es de característica leñosa blanquecina posee en la superficie 7 o 8 líneas salientes longitudinales (Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana, 2015).

### **2.2.1.4. VALOR NUTRICIONAL**

La pulpa del fruto maduro *G. neubertii*, es comestible ya que su sabor es muy agradable y se puede consumir directamente en su estado natural. El aceite de pulpa se extrae mediante ebullición. Los frutos recogidos maduran aún más después de 3 a 4 días recogidos y son muy perecederos. (García, 2002).

**Tabla 2. Componentes de *Grias neuberthii* J.F.Macbr (sacha mangua).**

|               |           |
|---------------|-----------|
| Energía       | 321,73cal |
| Agua          | 14,78g    |
| Proteínas     | 7,47g     |
| Lípidos       | 18,30g    |
| Carbohidratos | 36,84g    |
| Fibra         | 33,84g    |
| Ceniza        | 3,55g     |
| Calcio        | 215,17mg  |
| Fosforo       | 140,82mg  |
| Hierro        | 1,52mg    |
| Carotenos     | 2,23mg    |

**Fuente:** (García, 2002)

### **2.2.2. ACEITES VEGETALES**

Según Espinoza (2010) determina que los aceites corresponden a los triglicéridos de origen vegetal, contenientes de ácidos grasos insaturados, se caracterizan por ser líquidos a temperatura ambiente.

Rodríguez (2017) establece que el aceite vegetal es un compuesto de origen orgánico que se encuentra en los tejidos de la planta como fuente fundamental de energía, algunos aceites no son aptos para el consumo debido a que presentan cantidades de ricino, la composición química de aceite vegetal es de la mezcla del 95% de triglicéridos que son esteres formados por la reacción de ácidos grasos y un porcentaje de 5% esteroides, ceras, y otros componentes de ácidos grasos libres, por ellos constituyen compuestos más estables mínimamente degradables, con una menor densidad que el agua.

### **2.2.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES VEGETALES**

Según Cabezas Zábala, Hernández-Torres, & Vargas Zárate, (2016) los aceites vegetales según el grupo al que pertenecen:

**Aceites saturados:** Índice de yodo 5 – 50

- Lóricos: copra, palmito, babasú etc.
- Palmíticos: palma
- Esteáricos: karité

**Aceites monoinsaturados:** Índice de yodo 50 – 100

Oleicos: aceituna, cacahuete, colza, sésamo, jatropha curcas.

**Los aceites poliinsaturados:** Índices de yodo de 100-150

- Linoleico: girasol, algodón, maíz, sacha mangua, soja, etc.

**Los aceites triinsaturados:** Índices de yodo > 150

### **2.2.2.2. LOS ACEITES VEGETALES EN LA INDUSTRIA COSMÉTICA**

Los aceites vegetales destinados a la formulación cosmética dotan al producto final de naturalidad y calidad gracias a su diversidad de composición triglicérida y fenólica; ofrecen múltiples propiedades cosméticas. Se aplican directamente sobre los poros de la piel; nutriéndola al permitir la reposición de los lípidos, es una materia prima naturalmente estable desde el punto de vista microbiológico y deslinda del peligro de contraer una transmisión de agentes patógenos. (Donat, 2007).

### **2.2.3. ACIDOS GRASOS**

Se establece que los ácidos grasos son componentes naturales de las grasas y los aceites. Su estructura química los clasifica en saturados, monoinsaturados y poliinsaturados; en donde los saturados se encuentran presentes en la palma coco y otros. Los insaturados que provienen de plantas y pescados grasos. Los poliinsaturados presentan dos grupos: Los ácidos grasos de omega -3' y los ácidos grasos de omega – 6'. El ácido alfa-linolénico

(ALA) es el progenitor de los ácidos grasos omega -3, el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), pueden ser sintetizados por el ALA. El ácido linoleico (LA) es el progenitor de los ácidos grasos omega -6. El ácido araquidónico (AA) pueden ser sintetizados (Health, 2009).

## **2.2.4. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES VEGETAL**

En el proceso que se aplica para la extracción de aceites vegetales es muy diverso ya que existe diferentes métodos: con solventes orgánicos, a través de prensado en frío o caliente, con el uso del CO<sub>2</sub>, por destilación en turbo y por arrastre de vapor (Calderon, 2009).

### **2.2.4.1. EXTRACCIÓN POR PRENSADO**

Este método parte de la molienda o molturación de la semilla limpia y lista; se realiza con molinos a martillos, cilindros o espolones con el fin de colapsar las estructuras vegetales para que el aceite emerja de la semilla. Las semillas molidas se trasladan a un acondicionar para la obtención de una masa homogénea; dicha masa pasa por una prensa de tornillo en donde es separado el aceite dejando a un lado una torta proteínica. Luego pasa a un tamiz vibratorio y empieza la filtración de las impurezas, posteriormente pasa por un filtro del cual se obtiene crudo filtrado, por su parte la torta proteica tiene la capacidad de generar un extra de aceite, la misma que se obtiene mediante una extracción por solventes (Tabio, 2017).

### **2.2.4.2. EXTRACCIÓN EFFLEURAGE**

Esta metodología también llamada enflorado es una técnica muy antigua. Se aplica generalmente para la extracción de aceites esenciales en flores; parte de la colocación de las flores en marcos llamados chasis; cubierto de grasa inodora que actúa como extractor en el que se va disolviendo la esencia, luego se separa a través de métodos fisicoquímicos; utilizando el alcohol para separar y extraer los aceites de la grasa; luego el alcohol se evapora y al finalizar queda el aceite esencial. Es una técnica muy costosa (Romero, 2018).

### **2.2.4.3. EXTRACCIÓN NO TRADICIONAL DE DESTILACIÓN TURBO**

La destilación turbo se usa generalmente en compuestos vegetales para los que son difíciles de extraer su aceite, estos son: semillas y raíces, para aplicar este procedimiento las partes involucradas se sumergen en agua para posteriormente girarlos con la utilización de vapor de agua este procedimiento permite la obtención de aceite esencial. (Kumar, 2010).

Es decir, un agitador de muy alta velocidad que induce cavitación hidrodinámica, aumentando el rendimiento de extracción, ya que se aumenta el contacto entre el material vegetal y el solvente, por lo que el proceso de difusión a través de las paredes celulares se incrementa (Azuola, 2007).

### **2.2.4.4. EXTRACCIÓN TERMOMECAÁNICA**

La extracción de aceite parte de un proceso termo mecánico a través de calentamiento y agitación mecánica a emulsiones acuosas de pulpa de la fruta madura.; el cual parte de la desinfección del fruto con hipoclorito de sodio en solución 100 pm, posteriormente se acondiciona para la obtención de la pulpa, luego se realiza la preparación de emulsiones pulpa con agua a temperaturas 50°C, 55°C y 60°C, y es llevada a homogenización con una duración de 10 minutos. La concentración lípida total oscila en un 8%. El método de extracción por proceso mecánico tiende a dar como resultados unos rendimientos bajos en comparación con la extracción por solventes orgánicos que da como resultado la recuperación del 60% al 90% del aceite total (Yépes, 2017).

## **2.2.5. OBTENCIÓN DE JABONES**

### **2.2.5.1. HISTORIA**

El jabón del latín *saponem* es un producto de limpieza que en la actualidad ocupa un puesto imprescindible en la sociedad, no se ha precisado el año en el que con exactitud se preparó el primer jabón, pero existen indicios de que hace 2500 años A.C. se utilizaba ya productos de asepsia, En la montaña Sapo, la grasa de los animales sacrificados eran

desechadas en el río Tiber; cuya grasa se mezclaba con el barro y cenizas en las orillas del río datan como el primer jabón utilizado por sus habitantes (Contreras & Neri, 2014).

De la Rosa Mitma, Asto, & Rosel (2015a) señala que por el siglo XII el jabón llegó a Francia; proveniente de Italia; región donde el producto era elaborado posterior al sacrificio de los animales para la obtención del mismo. Los franceses descubrieron un método que consistía en el uso de grasa vegetal sustituyendo a la grasa animal; esta grasa provenía de la oliva que con adición de un álcali se lograba obtener un jabón de origen vegetal. En Inglaterra por los años 1500 A.C. luego de haber introducido su descubrimiento los investigadores desarrollaron industrialmente el producto que tenía capacidad limpiadora; la cual permitió el crecimiento industrial. El químico Sueco Carl Wilhelm en el año 1783 por accidente descubre una técnica para proceder al proceso de saponificación. En Francia por el año de 1823 se descubrió un desequilibrio de las grasas simples, esta decía que no todas las grasas se pueden combinar con un álcali, al contrario, pueden descomponerse para formar ácidos grasos y glicerina.

En América se utilizaban la raíz de una planta llamada Xiuhamolli, que cumplía con la acción limpiadora; la cual lo utilizaba para el baño diario y además para limpiar sus prendas de vestir; esta raíz contenía saponinas, la cual es un compuesto que permite la acción espumosa. Para limpiar su cuerpo y su cabello aplicaban el uso de la corteza y fruto de Copalxocotl, mientras que en China aplicaban el uso de legumbres para la elaboración de jabón y hierbas aromáticas para después del baño como base cosmología.

Los egipcios y Griegos tenían una fórmula que consistía en hervir la grasa o aceites y junto con un álcali materiales orgánicos como ceniza o cal. Para el uso de limpieza corporal con la adición de aceite de oliva les daba una acción exfoliante para un buen cuidado de la piel. A lo largo de la historia, diferentes localidades utilizaban diversos ingredientes para elaborar jabón; tales como grasas que tenían origen vegetal o animal, subsiguientemente un álcali; este podría provenir de parte de plantas o cenizas de madera que eran ricas en carbonatos de sodio y potasio, y así se originó la reacción más antigua, la saponificación (Contreras & Neri, 2014)

### **2.2.5.2. DEFINICIÓN**

Es un producto que permite limpiar impurezas de la piel, en su elaboración se usa principalmente grasa originaria de un animal o un vegetal, desde el punto de vista químico

es una sal de sodio o potasio de un ácido graso que está formado por la reacción de grasa, aceites con un álcali (Díaz & de los Angeles, 2017).

### **2.2.5.3. ACCIÓN LIMPIADORA**

El jabón es un producto surfactante. Según Gabriela, Alonso, Carlos, & Ronald (2011) sostiene que es una emulsión eficaz con agente limpiador; esto se debe a su naturaleza anfílica y contiene una parte lipófila (apolar) por medio de la cual se une la grasa o el aceite y una hidrófila (polar) que tiene afinidad por el agua; de esta manera se forma una emulsión con grasa y agua eliminando la suciedad e impurezas de la piel. Cuando el jabón se disuelve en el agua las moléculas de éste son atraídas por la suciedad de la piel y forman una cápsula alrededor de las partículas que se conoce como micela. Las micelas se suspenden fácilmente en agua porque están cubiertas por los grupos carboxílicos hidrófilos del jabón.

### **2.2.5.4. COMPOSICIÓN**

El jabón cuya composición se debe a un álcali. Este puede ser de hidróxido de sodio o hidróxido de potasio para el caso de jabón líquido; debido a que la estructura de su cabeza es hidrofílica; la cual no es soluble en aceite, mientras que la cola tiene la característica de ser hidrófoba con solubilidad en aceite; compuesta de una cadena de ácidos grasos los cuales son: palmítico esteárico u oleico (Guijarro, 2016).

### **2.2.5.5. CARACTERÍSTICAS**

El pH del jabón se encuentra entre 7,5 a 9, este es un producto al cual se puede adicionar varios aditivos de características solidas o líquidas, estas permiten mejorar la calidad exfoliante, limpiadora y suavizante; dependiendo del tipo de materias prima que se utilice para elaborar este producto dependerá directamente en el color, fragancia y calidad del mismo. Para obtener un excelente producto terminado es necesario elegir correctamente sus aditivos dependiendo del enfoque al que se quiera dar como producto final (Díaz & de los Angeles, 2017).

## 2.2.5.6. TIPOS DE JABÓN

Este producto se lo puede encontrar en dos fases diferentes pero con el mismo fin; ya sea en estado líquido o sólido, para elaborar un jabón sólido se utiliza hidróxido de sodio como álcali, mientras que para un producto con una estructura líquida se utiliza hidróxido de potasio como álcali (Díaz & de los Angeles, 2017).

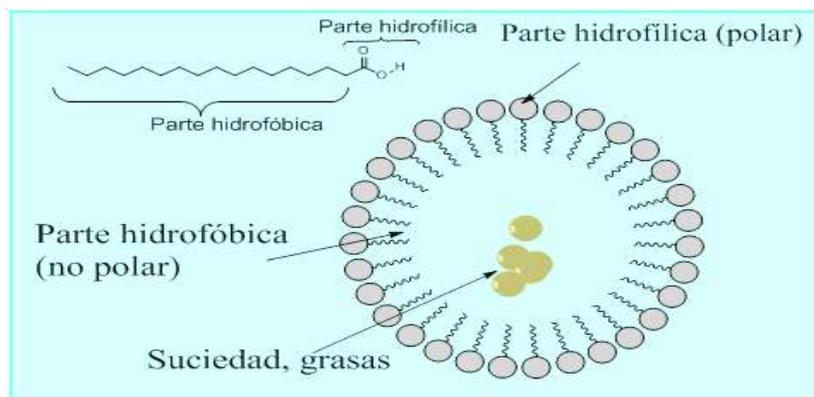


Figura 1. Acción limpiadora del jabón  
Fuente: (Téllez, 2010)

## 2.2.5.7. JABONES LÍQUIDOS

El producto se encuentra disuelto en agua mezclado con aceites o glicerina; con un índice de saponificación óptimo; dando como resultado el de jabón líquido; al mismo se lo puede agregar diferentes tipos de aceite esencial para darle un aroma o color agradable al producto terminado. (Díaz & de los Angeles, 2017).

## 2.2.5.8. CLASIFICACIÓN

Tres tipos básicos de clasificación de jabón líquido:

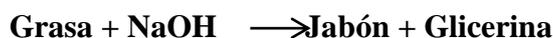
**Jabón líquido natural**, su composición radica principalmente en la mezcla de aceites vegetales tales como ácidos grasos de palma o coco. Para obtener el producto se le adiciona mínimas cantidades de ácido oleico pero también se pueden agregar ácidos grasos insaturados tales como: aceite vegetal de girasol, soya entre otros. Con el uso de un álcali de hidróxido de potasio se obtiene el producto deseado, pero como contraindicación estos jabones pueden ocasionar resequedad e irritación en la piel. (Calderon C. , 2012)

**Jabón líquido semisintético**, es el resultado de una neutralización de una amina orgánica llamada monoetanolamina mezclada con surfactantes e ácido oleico, la cual da como resultado una sustancia de fácil solubilidad en agua, que a su vez da la sensación de limpieza en la piel. (Vázquez, 2014)

**Jabón líquido sintético**, este tipo de jabón tiene agentes espumantes como los surfactantes, a los cuales se les añade un porcentaje de aceites esenciales y otros aditivos que aporten cuidados específicos en la piel brindando fragancias y colores agradables, estos productos poseen magníficas propiedades limpiadoras, compatibles con diferentes tipos de aguas (De la Rosa Mitma, Asto, & Rosel, 2015b).

### 2.2.5.9. SAPONIFICACIÓN

El proceso de saponificación es de carácter químico que consiste en la mezcla de una sustancia grasa más un álcali con adición de agua, que da como resultado jabón y glicerina, tomando en cuenta que los álcalis pueden ser sales de sodio o potasio (Proaño et al., 2015)



#### Saponificación del metiléster con un álcali

La trans-esterificación catalítica de triglicéridos con adición de metanol da como resultado un metiléster, que es un producto de valor agregado final que tiene la ventaja de tener un ácido graso más elevado, pero con un proceso más costoso.



**Figura 2. Saponificación de grasas con hidróxido de potasio.**

Fuente:(Guerrero González, 2015)

#### 2.2.5.9.1. ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN

Es un puntual método de medición para determinar la cantidad exacta de hidróxido de potasio que se va a añadir a una cantidad precisa de aceite vegetal, para lograr una

saponificación adecuada, es decir la cantidad de ml de hidróxido de potasio por gr de grasa que se va a utilizar para elaborar un producto.

### 2.2.5.10. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL JABÓN

La temperatura influyente en la elaboración de un jabón debe ser menor a 90°C, pero la mayor parte de jabones se los desarrolla a diferentes temperaturas, con el fin de encontrar la temperatura óptima para el desarrollo de un buen producto terminado.

### 2.2.5.11. FORMULACIÓN DEL JABÓN LÍQUIDO

**Tabla 3. Insumos establecidos para obtención de la pasta jabonosa.**

| INSUMOS                 | PESO(GR) | PORCENTAJE % |
|-------------------------|----------|--------------|
| Aceite vegetal de palma | 90,00    | 44,0         |
| Aceite de coco          | 10,00    | 4,93         |
| Disoluciones KOH al45%  | 62,71    | 30,94        |
| Agua destilada          | 40,00    | 19,73        |
| Total                   |          | 100%         |

Fuente: (Leyva Arévalo & Torres Gómez, 2016)

**Tabla 4. Insumos establecidos para la dilución de la pasta jabonosa.**

| INSUMOS                     | PESO (GR) | PORCENTAJE (%) |
|-----------------------------|-----------|----------------|
| Pasta jabonosa              | 130       | 26             |
| Agua destilada              | 325       | 65             |
| Disolución de ácido cítrico | 35        | 7              |
| Aceite esencial             | 10        | 2              |
| Total                       | 500       | 100            |

Fuente: (Leyva Arévalo & Torres Gómez, 2016)

## 2.2.5.12. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL JABÓN LÍQUIDO

### Requisitos para jabones líquidos.

La normativa técnica ecuatoriana INEN 850, 2016) establece los siguientes requisitos para el jabón líquido de tocador:

- El jabón líquido debe ser una solución homogénea y acuosa
- El Jabón líquido debe tener un olor per fumante.
- Debe estar exento de productos contaminantes y tóxicos
- Debe tener expedir un contenido de espuma al utilizarlo.
- El jabón líquido debe estar ausente de materias ajenas a su naturaleza de producción
- El jabón líquido a una temperatura de 5°C por un periodo de 24 horas no debe presentar turbidez y sedimentación

**Tabla 5. Especificaciones del jabón líquido de tocador.**

| REQUISITO                    | UNIDAD | MÁXIMO | MÉTODO DE ENSAYO |
|------------------------------|--------|--------|------------------|
| Materia soluble en agua      | (m/m)  | 0,2    | INEN 816         |
| Materia insoluble en alcohol | (m/m)  | 1,2    | INEN 817         |
| Alcalinidad libre (NaOH)     | (m/m)  | 0,12   | INEN 821         |
| Cloruros                     | (m/m)  | 0,7    | INEN 819         |
| pH                           | (m/m)  | 9,5    | INEN 820         |

Fuente: INEN 850 -1982

## **2.2.6. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE**

### **2.2.6.1. ENSAYO DE FENOLES TOTALES CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**

Se utiliza el método de Singleton para la determinación de compuestos fenoles totales; con el fin de llegar a determinar la capacidad de los polifenoles para reducción del Mo (VI) a Mo(V), se usa el espectrofotómetro para medir el resultado de la operación, la coloración amarillenta debe pasar a ser de color azul intenso (Nossa *et al.* 2016).

### **2.2.6.2. ENSAYO DE DECOLORACIÓN DEL CATION RADICAL A-A-DIFENIL- $\beta$ -PICRILHIDRAZILO (DPPH)**

La presente metodología sirve para cuantificar la capacidad captadora de radicales libres de los respectivos extractos, con una solución metanólica se puede determinar la decoloración de los extractos, con una muestra de DPPH a 20ml/L de radical en metanol. Los resultados se los puede cuantificar mediante una curva patrón de antioxidante TROLOX (Mesa-Vanegas et al., 2010).

### **2.2.6.3. ENSAYO DE DECOLORACIÓN CON EL RADICAL CATIONICO ABTS<sup>•+</sup>**

La obtención de este método es por reacción ABTS utilizando persulfato potásico incubado a temperatura ambiente (25°C) por un periodo de 16 horas, al transcurrir aproximadamente 7 min se procede a medir la absorbancia; esto debe ser en forma continua, los resultados deben ser expresados en TEAC (actividad antioxidante equivalente a Trolox) (Mesa-Vanegas et al., 2010).

### **2.2.6.4. ENSAYO FRAP (FERRIC REDUCING / ANTIOXIDANT POWER)**

Es necesario para evaluar la capacidad antioxidante de la muestra según la capacidad de reducción de hierro férrico ( $Fe^{+3}$ ) que se encuentra presente en complejos como TPTZ

(2,4,6-tri (2-piridil)-s-triazina) hasta llegar a una forma ferrosa ( $\text{Fe}^{+2}$ ), el cual considera que el máximo de absorbancia debe encontrarse en una variable que va desde 590-595 nm. (Mesa-Vanegas et al., 2010).

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. LOCALIZACIÓN



Figura 1. Universidad Estatal Amazónica

Fuente: Google mapas

El proyecto de elaboración de jabón líquido con aceite vegetal de *Grias neuberthii* J.F.Macbr (sacha mangua), con actividad antioxidante, se desarrolló en los laboratorios de Bromatología, Química, y Biología de la Universidad Estatal Amazónica ubicada en el Km 2 ½ Vía a la Provincia de Napo, el cantón Pastaza, cuyo polígono geográfico limita al norte con Napo y Orellana, al sur con; Morona Santiago, al oeste con el Perú y al oeste con Tungurahua, goza de un clima cálido y húmedo, que permite el desarrollo de distintas especies de flora y fauna escasamente estudiadas. La materia prima con la cual se trabajó el producto terminado, fue provista de la parroquia de Santa Clara.

**Tabla 6. Condiciones meteorológicas de la ciudad de Puyo**

| DATOS METEOROLÓGICOS     | VALORES      |
|--------------------------|--------------|
| Temperatura (°C)         | 16°C -25°C   |
| Humedad Relativa (%)     | 69% -89%     |
| Viento                   | 14 Km/h -E   |
| Precipitación anual (mm) | 3500 -4000mm |
| Ecología                 | Semi húmedo  |

Fuente: (Gobierno Autonomo descentralizado de la provincia de Pastaza, 2012)

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto de investigación despliega un enfoque descriptivo, experimental y transversal, debido a que, en el proceso de elaboración, se analizó el índice de saponificación del aceite vegetal de *G. neuberthii* denominándolo de tipo descriptivo, en cuanto al análisis de las variables tales como tiempo y temperatura en un proceso, se caracteriza de tipo experimental, por el limitado periodo de tiempo se denomina de tipo transversal.

### **3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

La extracción del aceite vegetal de *G. neuberthii* se realizó de la pulpa del fruto en el pico de madures fisiológica, por ser el punto donde posee mayor concentración lipídica (febrero y marzo) se aplicó una técnica termo mecánica, que consiste en 2 fases la primera por prensado y posteriormente por destilación por arrastre de vapor. Mientras que para la obtención de pasta jabonosa previo a saponificación del aceite vegetal con el KOH (Hidróxido de potasio) se tomó en cuenta el índice de saponificación, para finalmente obtener jabón líquido Gomez,(2016). El método de Folin Ciocalteau permitió la determinación de la cantidad de polifenoles totales. EL resultado del método espectrofotométrico ABTS y FRAP permitieron la evaluación de la capacidad antioxidante del jabón líquido. Según la norma INEN 850,(2016) se determinaron las características físicas y químicas del producto terminado.

### **3.4. DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL SACHA MANGUA (*Grias neuberthii* J.F. Macbr.)**

#### **Recolección:**

El fruto tropical de *G. neuberthii* fue cosechado en el cantón Sata Clara Provincia de Pastaza Km 10 Vía al Tena, la recolección de los frutos fue de manera artesanal, posteriormente se procedió a la selección sensorial de los mismos desechando los dañados magullados y que no alcanzaron el punto de madures fisiológica.

**Recepción.** - Se realizó un análisis organoléptico y sensorial a cada fruto, con el objetivo de desechar a los que presenten daños mecánicos y físicos

**Lavado.-** Se utiliza un diluyente natural (H<sub>2</sub>O) se lavaron y se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5%

**Ablandamiento.-** Se utiliza agua al 55°C por un periodo de 20 minutos, como método de determinación del punto de ablandamiento, se observa la presencia de una abertura en el epicarpio de los mismos

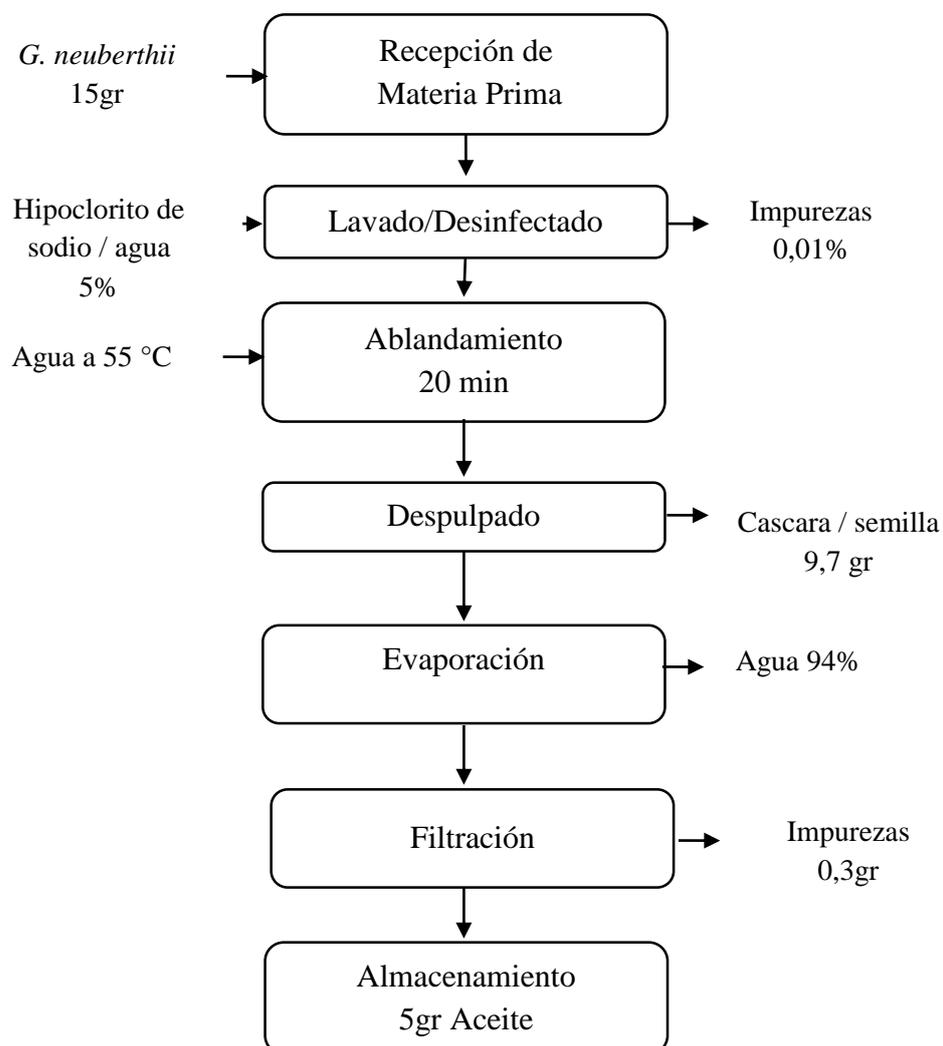
**Despulpado.-** se separa la pulpa de semilla y corteza con ayuda del despulpador mecánico

**Evaporación.-** la emulsión de la pulpa es sometida a temperaturas superiores al os 130°C por un lapso de tiempo que va desde 40 a 50 minutos, con el fin de eliminar la máxima cantidad de agua, controlado por un termómetro

**Filtración.** – Se coloca el aceite en una tela de algodón para separar restos físicos tales como impureza y restos de la pulpa.

**Almacenamiento.-** El aceite vegetal se guarda en un lugar limpio a temperatura ambiente, protegido de la humedad y evitando la exposición al solar.

**Figura 2. Diagrama de flujo de extracción del aceite de Sacha Mangua (*Grias neuberthii* J.F. Macbr.)**



Fuente: Fuente Propia

### **3.5. RENDIMIENTO DEL ACEITE VEGETAL DE SACHA MANGUA (*Grias neuberthii* J.F. MACBR)**

De manera cuantitativa se determinó el rendimiento del aceite vegetal e Sacha Mangua (*Grias neuberthii* J.F. Macbr), mediante la aplicación de la ecuación siguiente; (Duque, 2013)

$$R = \frac{Ca}{Mp} * 100$$

Dónde:

R = rendimiento del aceite vegetal en porcentaje (%).

Ca = Peso del aceite vegetal obtenido en (g).

Mp = Peso de materia prima vegetal inicial (g).

100= Factor matemático.

### **3.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN DE ACEITE VEGETAL DE SACHA MANGUA (*Grias neuberthii* J.F. MACBR)**

#### **3.6.1. MÉTODO DE SAPONIFICACIÓN (MÉTODO DE A.O.C.S.CA. 5A-40)**

En un balón de ebullición se pesó 2g de aceite vegetal, a cual se añadió 25ml de una solución etanólica de KOH al 0,5 N (Hidróxido de potasio al 0,5 normal), el equipo refrigerante se calentó hasta que llegue a una temperatura de 125°C en el que se colocó el balón con la muestra y una pastilla magnética por un periodo de 30 minutos, con agitación constante, se baja la temperatura hasta 50°C y se agrega de 3 a 4 gotas del indicador de fenolftaleína, se deja caer de la probeta HCL al 0,5N (ácido clorhídrico al 0,5 normal) hasta que la coloración de rosa intenso se transforme en transparente, del mismo procedimiento se aplica en la muestra en blanco, con este resultado se calcula el índice de saponificación, expresado en mg de KOH por gramos de grasa.

$$\text{Índice de saponificación} = \frac{56,1 \times N (V - V'')}{P}$$

Dónde:

V: Volumen en ml de solución de HCl 0,5 N utilizados en la prueba en blanco.

V'': Volumen en ml de solución HCl 0,5 N utilizados en el ensayo.

N: Normalidad exacta de la solución

P: Peso en gramos de la muestra utilizada

### 3.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla 7. Matriz de diseño experimental para un diseño factorial 2<sup>3</sup>

| Exp. | T °C | t min |
|------|------|-------|
| 1    | 50   | 6     |
| 2    | 90   | 6     |
| 3    | 50   | 2     |
| 4    | 70   | 4     |
| 5    | 50   | 2     |
| 6    | 90   | 6     |
| 7    | 90   | 2     |
| 8    | 90   | 2     |
| 9    | 70   | 4     |
| 10   | 50   | 6     |
| 11   | 70   | 4     |

Fuente: Elaboración Propia

Exp: Experimento

T °C: temperatura de reacción de saponificación

t min: tiempo de reacción en minutos

Tabla 8. Niveles de los parámetros de control

| PARÁMETROS DE CONTROL | UNIDAD  | NIVELES      |
|-----------------------|---------|--------------|
| Temperatura           | °C      | 50 – 70 – 90 |
| Tiempo                | Minutos | 2 – 4 – 6    |

Fuente: Elaboración Propia

T °C: temperatura de reacción de saponificación

t min: tiempo de reacción en minutos

### 3.8. MATERIALES Y EQUIPOS

| MATERIA PRIMA VEGETAL   | REACTIVOS QUÍMICOS  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>– Sacha Mangua (<i>Grias Neunerthii</i> J.F. Macbr)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>– Hidróxido de potasio</li><li>– Ácido cítrico</li><li>– Agua destilada</li><li>– Fenolftaleína</li><li>– Alcohol etílico neutro</li><li>– Ácido clorhídrico</li><li>– Cloruro férrico</li><li>– Folin–Ciocalteau</li></ul> |
| INSTRUMENTOS  | EQUIPOS E INSUMOS DE LABORATORIO  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>– Matraces aforados de 10 mL y 250 mL</li></ul>               | <ul style="list-style-type: none"><li>– Balanza analítica digital</li><li>– Extractor de Aceites esenciales Figmay</li><li>– Plancha de calefacción</li><li>– Mufla</li><li>– Espectrofotómetro ultravioleta</li></ul>  |

### 3.9. FORMULACIÓN DEL JABÓN LÍQUIDO

#### Obtención de la pasta jabonosa

Se reaccionó 15 gramos de aceite vegetal de *G. neuberthii* con 14,6 mL de lejía de una solución al 45% de KOH (Hidróxido de potasio) en donde 6,57ml de KOH (Hidróxido de potasio) representa el 45% de y 8,03 de H<sub>2</sub>O (Agua) es el 55% para cada corrida. El punto a evaluar es el rendimiento obtenido de los distintos valores e medición tanto de tiempo como de temperatura. Como se muestra en la tabla 9.

#### Saponificación

Se pesaron 15 gramos de aceite vegetal de sachá Mangua (*Grias neuberthii* J.F. Macbr) en un vaso de precipitado con la temperatura establecida para cada experimento, por goteo se añade 14,6 mL de la lejía de KOH (hidróxido de potasio) al 45%, con agitación constante, hasta alcanzar una formación homogénea que posteriormente va a solidificarse.

**Tabla 9. Parámetros de control en la reacción de saponificación**

| Corridas | A.U (gramos) | KOH (ml) | T °C | t min |
|----------|--------------|----------|------|-------|
| 1        | 15           | 14,6     | 50   | 6     |
| 2        | 15           | 14,6     | 90   | 6     |
| 3        | 15           | 14,6     | 50   | 2     |
| 4        | 15           | 14,6     | 70   | 4     |
| 5        | 15           | 14,6     | 50   | 2     |
| 6        | 15           | 14,6     | 90   | 6     |
| 7        | 15           | 14,6     | 90   | 2     |
| 8        | 15           | 14,6     | 90   | 2     |
| 9        | 15           | 14,6     | 70   | 4     |
| 10       | 15           | 14,6     | 50   | 6     |
| 11       | 15           | 14,6     | 70   | 4     |

Fuente: Elaboración Propia

A.U: Aceite vegetal de *G. neuberthii* en gramos

KOH: Cantidad de solución de hidróxido de potasio al 45%

T: Temperatura de reacción

T: Tiempo de la reacción

### **Disolución de la pasta jabonosa**

Después de haber reaccionado el aceite vegetal con la potasa de KOH, se procedió a la disolución de la pasta jabonosa con agua destilada a 80°C con relación 1 a 3, hasta alcanzar la disolución completa, posteriormente se agrega C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> (ácido cítrico) al 5%

### **Regulación de pH (Potencial de hidrógeno)**

Para regular la concentración de iones de hidrógeno presentes en la solución de jabón líquido, se agregó C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> (ácido cítrico) al 5% (5 gr de ácido cítrico disueltos en 100mL de agua destilada).

### 3.10. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL JABÓN LÍQUIDO (INEN, 1982)

**pH** (INEN 820, 1982-02)

En el modelo del mejor tratamiento, se aplicó este parámetro de calidad. En un vaso de 100mL se colocó un aproximado de 25mL de muestra de jabón líquido en donde evitando que tope el fondo o las paredes del vaso se introdujo un electrodo calibrado, para posteriormente anotar el valor obtenido

**Alcalinidad libre NaOH (hidróxido de sodio)** (INEN 820, 1982-02)

Se introducen 10gr de muestra de jabón líquido en un matraz de Erlenmeyer al cual se le añaden 100mL de CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH (alcohol etílico neutro) con la temperatura de 60°C se procede a disolverlo aplicando la acción de agitación constante, para determinar el carácter básico o ácido de la solución se agregan 5 gotas del indicador de fenolftaleína, en el caso de que el resultado sea alcalino se procede a titular con HCL al 0,1N (ácido clorhídrico al 0,1 normal).

Alcalinidad libre NaOH se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Al=4 \frac{V \cdot N}{m}$$

**Siendo:**

AL: Alcalinidad libre, expresada como hidróxido de sodio, en porcentaje de masa.

V: Volumen de la solución de ácido clorhídrico utilizado en la titulación, en ml.

N: Normalidad de la solución de ácido clorhídrico.

m: Masa de la muestra analizada en gramos.

**Materia insoluble en alcohol** (INEN 820, 1982-02)

En un vaso de precipitado de 250mL, se pesaron de 2 a 5g de muestra de jabón líquido y se agregaron 100mL de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (alcohol etílico neutralizado) en baño maría (no excede los 100°C), en un crisol Gooch poroso N° 4, se filtra la muestra por triplicado, en cada operación se añade 25mL de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (alcohol etílico neutro) a 60°C con el residuo insoluble se coloca en la estufa a 105°C por un periodo de 3 horas, luego se procede a enfriar en el desecador para pesar el crisol con el residuo seco.

La Materia insoluble en alcohol se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Ia1=100\frac{m1-m2}{m}$$

Siendo:

Ia1: Materia insoluble en alcohol, en porcentaje de masa.

m: Masa de la muestra analizada, en gramos.

m1: Masa del crisol Gooch con el residuo insoluble seco, en gramos.

m2: Masa del crisol Gooch, en gramos.

#### **Materia Insoluble en agua (INEN 820, 1982-02)**

En un vaso de precipitado de 250mL, se pesaron de 2 a 5g de muestra de jabón líquido y se agregaron 100mL de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (alcohol etílico neutralizado) en baño maría (no excede los 100°C), en un crisol Gooch poroso N° 4, se filtra la muestra por triplicado y se lava el residuo con 25mL de agua destilada, a 60°C con el residuo insoluble se coloca en la estufa a 105±2°C por un periodo de 3 horas, luego se procede a enfriar en el desecador para pesar el crisol con el residuo insoluble seco.

La materia insoluble en agua se determina mediante la siguiente ecuación:

:

$$IA=\frac{m1-m2}{m}$$

Siendo:

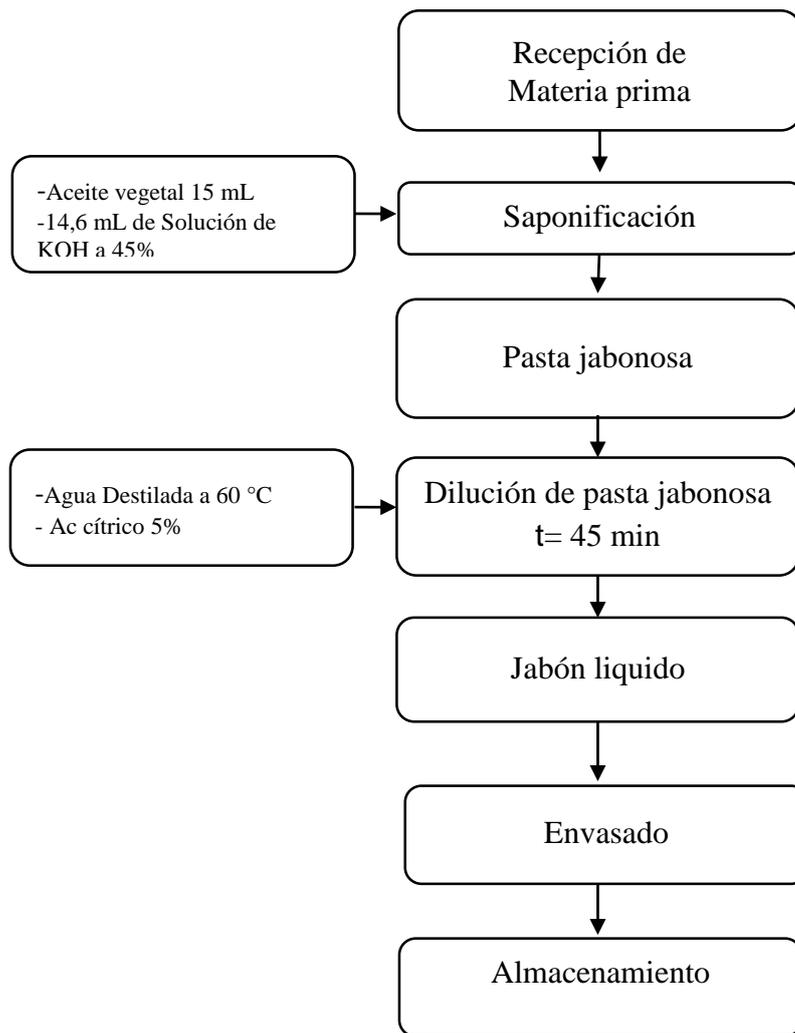
IA: Materia insoluble en agua, en porcentaje de masa.

m: Masa de la muestra analizada, en gramos.

m1: Masa del crisol Gooch con el residuo insoluble seco, en gramos.

m2: Masa del crisol Gooch, en gramos

**Figura 3. Diagrama de elaboración de jabón líquido**



Fuente: Elaboración propia

### **3.11. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO POLIFENÓLICO POR EL MÉTODO DE FOLIN CIOCOALTEAU**

Fenoles totales con capacidad antioxidante: Se realizó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu diseñado por Singleton y Rossi (1965) que determina la capacidad que tienen los polifenoles para reducir el Mo (VI) a Mo (V), como resultado de tal reacción, el reactivo de color amarillo adquiere un intenso color azul que se mide con el espectrofotómetro.

Para la preparación de las muestras, 40 µL de extracto y 500 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu se colocaron en un matraz aforado de 10 ml, se agitó y se dejó reposar

protegido de la luz durante 8 minutos. Se añadieron después 500 µL de la disolución de carbonato de sodio al 10% y se llevó a un volumen de 10 ml con agua destilada. Se homogenizó la disolución agitando manualmente el matraz aforado y se mantuvo en la oscuridad a temperatura ambiente durante 2 horas. Se midieron las absorbancias de las muestras de extractos y de patrones 765 nm contra el blanco de reactivos.

Para la implementación del ensayo de Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965), se necesitó la construcción previa de una curva de calibración mediante diluciones sucesivas a partir de una disolución concentrada (disolución madre) de 1000 mg.L<sup>-1</sup> de ácido gálico (estándar de referencia). A partir de esta disolución se prepararon 10 ml de cada una de las disoluciones diluidas de concentraciones crecientes de ácido gálico entre 5 y 25 mg.L<sup>-1</sup> (Tabla 10).

**Tabla 10. Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 1 000 mg.L<sup>-1</sup>. Volumen final 10 mL (agua destilada).**

| Componentes añadidos                      | Disoluciones |     |     |     |     |
|---|--------------|-----|-----|-----|-----|
|   | 5            | 10  | 15  | 20  | 25  |
| Ácido gálico patrón (µL)                  | 50           | 100 | 150 | 200 | 250 |
| Reactivo de Folin-Ciocalteu (µL)          | 500          | 500 | 500 | 500 | 500 |
| Disolución de Carbonato de sodio 10% (µL) | 500          | 500 | 500 | 500 | 500 |

Fuente: Autores

A continuación, en la Figura 4 se presenta la curva de calibración del ácido gálico usado como patrón de referencia para la determinación de polifenoles totales.

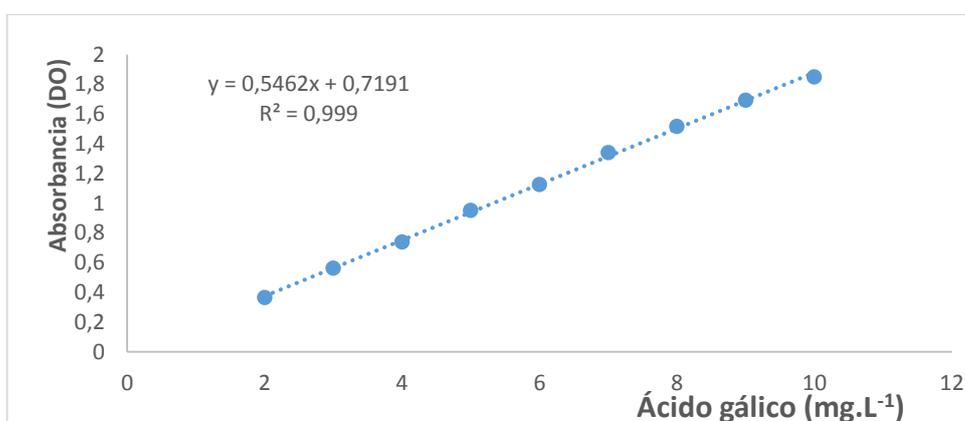


Figura 4. Curva patrón de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales.

Fuente: Autores

### 3.12. DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MÉTODO FRAP (FERRIC ION REDUCING ANTIOXIDANT POWER) (Iris F. F. Benzie\*, 1996)

Método FRAP Ferric ion Reducing Antioxidant Power (Thaipong, Boonprakob, Crosby, Cisneros-Zevallos, & Byrne, 2006). En este método se determinó la capacidad antioxidante de forma indirecta. Se basa en el poder que tiene una sustancia antioxidante para reducir el Fe<sup>3+</sup> a Fe<sup>2+</sup> que es menos antioxidante. El complejo férrico-2, 4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) incoloro es reducido al complejo ferroso coloreado.

El reactivo FRAP se preparó mezclando 2,5 mL de una solución de TPTZ 10 mM en HCl 40 mM y 2,5 mL FeCl<sub>3</sub> 20 mM en agua, se agitaron en vórtex hasta obtener una solución de color azul, posteriormente se adicionaron 25 mL de buffer de acetatos 300 mM pH 3,6. Se tomó 1 mL del reactivo FRAP, se incubó a 37 °C durante 5 min y se midió la absorbancia inicial del reactivo a 593 nm.

La curva de calibración se realizó con Trolox en etanol en un rango de 2 a 50 µM, y el orden de adición de las soluciones fue el siguiente: 900 µL del reactivo FRAP, 80 µL de agua y 30 µL de las soluciones de la curva de calibración. La mezcla resultante se agitó en vórtex durante 1 min, se incubó a 37 °C durante 5 min y se midió la absorbancia final a 593 nm. Las muestras fueron procesadas de la misma forma adicionando 30 µL de la dilución al 50 % v/v de cada uno de los extractos, incubando a 37 °C durante 30 min y midiendo la absorbancia a 593 nm (Tabla 11).

**Tabla 11. Preparación de la curva patrón de trolox a partir de una disolución concentrada de 10 mg.L-1.**

| Componentes añadidos                      | Disoluciones |     |     |     |     |
|---|--------------|-----|-----|-----|-----|
|   | 5            | 10  | 15  | 20  | 25  |
| Trolox (µL)                               | 5            | 10  | 15  | 20  | 25  |
| TPTZ 10 mM                                | 900          | 900 | 900 | 900 | 900 |
| Disolución de Carbonato de sodio 10% (µL) | 500          | 500 | 500 | 500 | 500 |

Fuente: Autores

En la Figura 5 se observa la curva de calibración de trolox usado como patrón de referencia para la determinación de la actividad antioxidante total (FRAP).

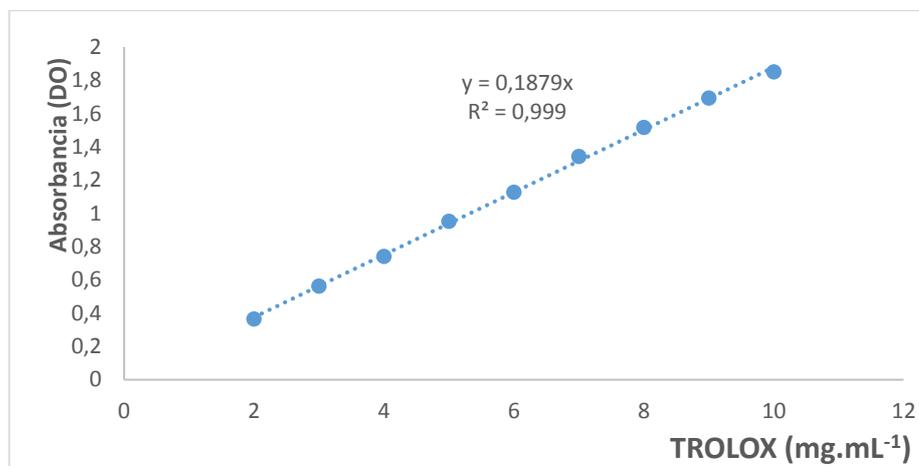


Figura 5. Curva patrón de TROLOX para actividad antioxidante total (FRAP).

Fuente: Autores

### **3.13. DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL MÉTODO ABTS (ÁCIDO 2,2 -AZINOBIS (3-ETILBENZOTIAZOLIN)-6-SULFONICO) (Kuskoski, 2006)**

Para la evaluación de la Capacidad Antioxidante total por el método del radical catiónico 2,2-Azinobis-(3- etilbenzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS) se empleó el método de Re et al., (1999). Según la metodología desarrollada por Re et al. (1999) el radical ABTS<sup>+</sup> se obtiene tras la reacción de ABTS (7 mM) con persulfato potásico (2,45 mM, concentración final) incubados a temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) y en la oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical ABTS<sup>+</sup> se diluye con etanol hasta obtener un valor de absorbancia comprendido entre 0,873 ( $\pm 0,1$ ) a 730 nm (longitud de onda de máxima absorción). Las muestras filtradas se diluyen con etanol hasta que se produce una inhibición del 20 al 80%, en comparación con la absorbancia del blanco, tras añadir 80  $\mu\text{L}$  de la muestra.

En la tabla 12 se muestra la preparación de la curva de calibración se realizó con Trolox.

**Tabla 12. Preparación de la curva patrón de TROLOX a partir de una disolución concentrada de 10 mg.L<sup>-1</sup>. Volumen final 10 mL (agua destilada).**

| Componentes añadidos                | Disoluciones |    |    |    |    |
|-------------------------------------|--------------|----|----|----|----|
|                                     | 5            | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Trolox (μL)                         | 5            | 10 | 15 | 20 | 25 |
| ABTS 7 mM (ml)                      | 2            | 2  | 2  | 2  | 2  |
| Persulfato de potasio 2,45 mr. (ml) | 1            | 1  | 1  | 1  | 1  |

Fuente: Autores

En la Figura 6 se observa la curva de calibración de TROLOX usado como patrón de referencia para la determinación de la actividad antioxidante total (ABTS).

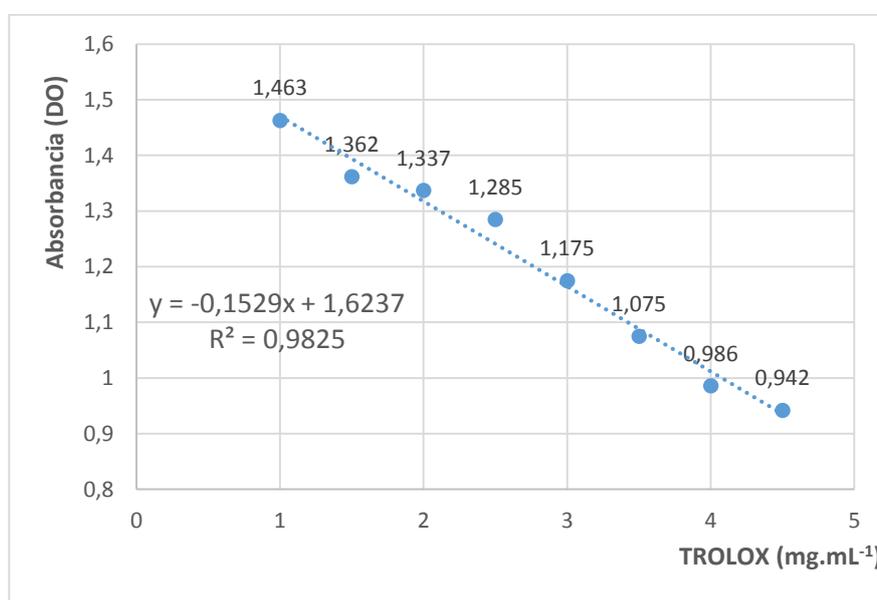


Figura 6. Curva patrón de TROLOX para actividad antioxidante total (ABTS).

Fuente: Autores

### 3.14. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos conseguidos del espectrofotómetro fueron recopilados en cuadros y tablas de Excel, para el posterior análisis de interpretación, mediante la aplicación de estadística descriptiva con el empleo de tablas e ilustraciones graficas desarrolladas en análisis ANOVA para determinar si existe o no diferencia significativa entre las muestras y ver cómo influye en el proceso.

## CAPÍTULO V

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RENDIMIENTO EL ACEITE VEGETAL DE SACHA MANGUA (*Grias neuberthii* J.F. MACBR) EXTRAÍDO POR EL MÉTODO TERMO MECÁNICO

En la Tabla 13 se puede divisar el porcentaje del rendimiento de aceite vegetal de *G. neuberthii* en cuatro muestras realizadas en materia seca con un porcentaje de humedad del 6% Se constata que el margen de error es mínimo entre las cuatro extracciones.

**Tabla 13. Rendimiento el aceite vegetal de sacha Mangua (*Grias neuberthii* J.F. Macbr)**

| INDICADORES  | Ext. 1 | Ext. 2 | Ext. 3 | Ext. 4 | Total |
|--|--------|--------|--------|--------|-------|
| Peso de la pulpa de Sacha Mangua en materia seca ( <i>Grias neuberthii</i> .J.F. Macr) (g) | 50     | 50     | 50     | 50     | 200   |
| Cantidad de aceite vegetal extraído (mL)   | 25.95  | 24.6   | 26.25  | 24     | 100.8 |
| Rendimiento (%)  | 51.9   | 49.2   | 52.50  | 48.00  | 50.40 |

Fuente: Elaboración Propia

Previo a la extracción de aceite vegetal se seleccionó el fruto maduro de *G. neuberthii* por inspección visual, cerciorándose de que no presente daños físicos tales como ausencia de magullones heridas abiertas o golpes, microbiológicos presencia fúngica esporas u hongos, y químicos presencia de restos de algún fungicida u otros. La unidad experimental fue de 50 g de pulpa de sacha mangua, libre de semilla y epicarpio, de los cuales se obtuvo un 50,40% de aceite vegetal.

## 4.2. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PASTA JABONOSA

Dentro del diseño experimental se establecen once corridas de la cuales constituye que el rango mínimo obtenido es de 3,6 correspondiente a 50°C y 2min, y concluyendo que la mejor muestra de la pasta jabonosa recae en 13,94g en un 90°C y 2 min designándolo como el rango óptimo de rendimiento.

**Tabla 14. Resultados del diseño experimental para optimizar el rendimiento de la pasta jabonosa.**

| <b>Corridas</b>       |                  |                 |                     |
|-----------------------|------------------|-----------------|---------------------|
| <b>experimentales</b> | <b>T °C</b>      | <b>t (min)</b>  | <b>R (g)</b>        |
| 1                     | 50               | 2               | 3.6                 |
| 2                     | 90               | 6               | 12,01               |
| 3                     | 90               | 2               | 13.88               |
| 4                     | 50               | 6               | 4.45                |
| 5                     | 70               | 4               | 7.74                |
| <b><u>6</u></b>       | <b><u>90</u></b> | <b><u>2</u></b> | <b><u>13.94</u></b> |
| 7                     | 50               | 2               | 2.83                |
| 8                     | 70               | 4               | 8.4                 |
| 9                     | 90               | 6               | 11.5                |
| 10                    | 50               | 6               | 3.5                 |
| 11                    | 70               | 4               | 8.28                |

Fuente: Elaboración propia

## 4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO FACTORIAL

Se procesó estadísticamente los datos con el resultado de cada una de las saponificaciones del diseño planteado, con la finalidad de encontrar la mejor combinación que garantice el mejor rendimiento de la pasta jabonosa. Se obtuvo un modelo cuadrático (Tabla 14).

**Tabla 15. Resultados del análisis de varianza para el modelo cuadrático sugerido**

| <b>FUENTE</b> | <b>Suma de cuadrados</b> | <b>g.l.</b> | <b>Media cuadrática</b> | <b>Valor F</b> | <b>p-valúe</b>         |
|---------------|--------------------------|-------------|-------------------------|----------------|------------------------|
| <b>Modelo</b> | 175.88                   | 3           | 58.63                   | 360.43         | < 0.0001 significativo |

|                          |        |    |        |         |          |                  |
|--------------------------|--------|----|--------|---------|----------|------------------|
| <b>A-</b>                | 170.66 | 1  | 170.66 | 1049.20 | < 0.0001 |                  |
| <b>Temperatura</b>       |        |    |        |         |          |                  |
| <b>B-Tiempo</b>          | 0.9730 | 1  | 0.9730 | 5.98    | 0.0666   |                  |
| <b>AB</b>                | 4.25   | 1  | 4.25   | 26.12   | 0.0014   |                  |
| <b>Residuo</b>           | 1.14   | 7  | 0.1627 |         |          |                  |
| <b>Falta de ajuste</b>   | 0.0119 | 1  | 0.0119 | 0.0632  | 0.8099   | No significativo |
| <b>Error puro</b>        | 1.13   | 6  | 0.1878 |         |          |                  |
| <b>Correlación Total</b> | 177.02 | 10 |        |         |          |                  |

Fuente: Elaboración propia

El valor de F del modelo igual a 360.43 implica que este es significativo. Existe solo una probabilidad de 0,01% de que un valor de F de esta magnitud pudiera existir debido al ruido. Los valores A correspondientes a la temperatura p valúe  $0,0001 < 0,05$  indican que es significativo con el 95% de confianza, lo que indica que la temperatura es una variable muy importante al momento de la elaboración del producto debido a su rendimiento. Para los valores de B correspondientes al tiempo p value  $0,0666 > 0,05$  indican que no es significativo ya que sobrepasa en nivel de significancia (tabla 4).

**Tabla 16. Estadísticas de ajuste**

|                            |        |  |                                 |         |
|----------------------------|--------|--|---------------------------------|---------|
| <b>Desviación estandar</b> | 0.4033 |  | <b>R<sup>2</sup></b>            | 0.9936  |
| <b>Media</b>               | 8.19   |  | <b>Ajuste R<sup>2</sup></b>     | 0.9908  |
| <b>C.V. %</b>              | 4.92   |  | <b>Predicción R<sup>2</sup></b> | 0.9808  |
|                            |        |  | <b>Precisión</b>                | 43.9751 |

Fuente: Elaboración propia

El R<sup>2</sup> indica que el modelo ajustado explica 98,08% de la variabilidad de temperatura. El estadístico R<sup>2</sup> ajustado es más apropiado para comparar modelos con diferentes números de variables independientes 99,08% es decir, la diferencia es menor que 0.2. (Figura 7) los valores inferiores a 0.2 son adecuados, de acuerdo con los resultados del diseño factorial se seleccionaron los factores con efectos significativos.

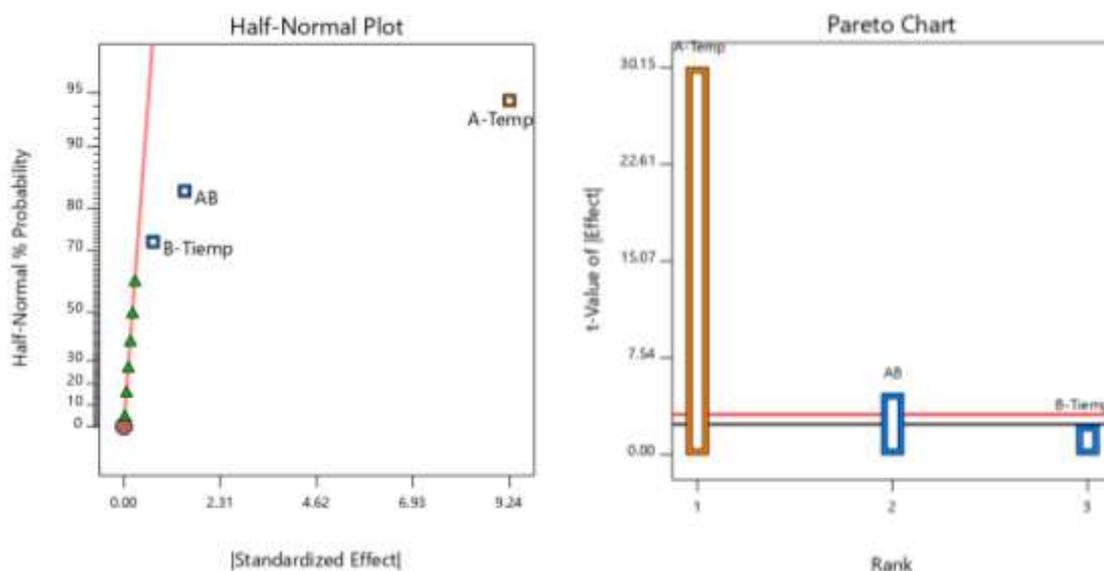


Figura 7. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el rendimiento de la pasta jabonosa. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Los valores probalísticos de Half y Pareto muestran que el facto A-temperatura (es altamente significativo) ya que mientras más lejos de la línea tiene un mayor efecto positivo del 95% de confianza, mientras que el factor B-Tiempo se encuentra por debajo de la recta por lo tanto este factor no es significativo.

La Figura 8 muestra la comparación entre los valores de respuesta calculados por el modelo y los valores de reales obtenidos a partir de los resultados experimentales.

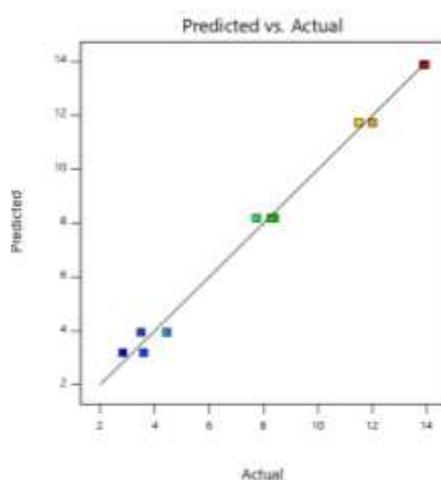


Figura 8. Relación entre los valores experimentales y predichos del rendimiento de la pasta jabonosa

Fuente: Elaboración propia

La ecuación en términos de factores codificados se puede usar para predicciones sobre la respuesta en los distintos niveles de cada factor. La ecuación codificada es útil para identificar el impacto relativo de los factores significativos al comparar los coeficientes de los factores. Por efecto el nivel alto de los factores se codifica como +1 y el nivel bajo de los factores se codifica como -1. La ecuación codificada es útil para identificar el impacto relativo de los factores mediante la comparación de los coeficientes de los factores. En el modelo factorial se obtuvo un buen ajuste con el factor temperatura ya que demostró tener influencia significativa sobre el tiempo.

En la tabla 15 se observan los resultados del procesamiento estadístico del diseño factorial realizado. Las condiciones recomendadas son: 90 °C y 2 minutos. Esto se aprecia mejor en la Figura 9 correspondiente a la superficie de respuesta.

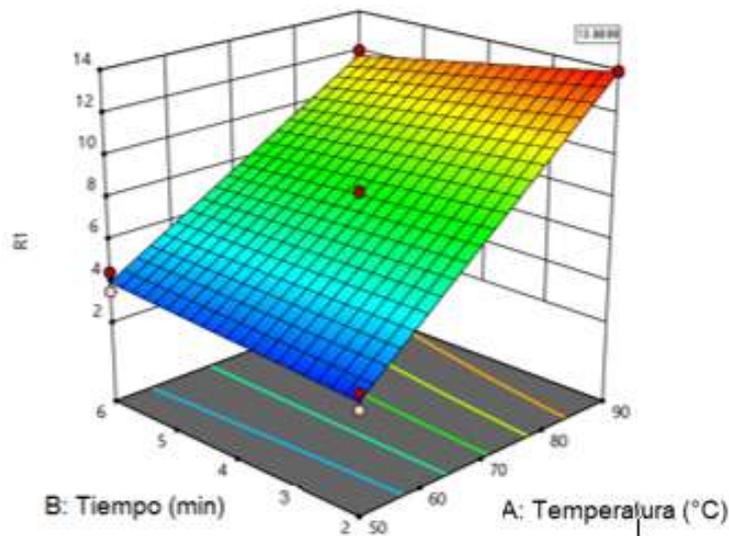


Figura 9. Efecto de la temperatura y el tiempo de saponificación sobre el rendimiento de la pasta jabonosa

Fuente: Elaboración Propia

Con la pasta jabonosa optimizada se procedió a la elaboración del jabón líquido, según el procedimiento descrito en el Capítulo III, en la evaluación de la calidad se realizó varios ensayos tanto físicos como de carácter químico, los resultados se indican en la tabla 17.

**Tabla 17. Análisis físico químico del jabón líquido**

| Pruebas fisicoquímicas              | Cantidad obtenida | Método de ensayo | Máximo     |
|-------------------------------------|-------------------|------------------|------------|
| <b>pH</b>                           | 8.2 (m/m)         | INEN 820         | 9.5 (m/m)  |
| <b>Alcalinidad libre (NaOH)</b>     | 0,11(m/m)         | INEN 821         | 0,12 (m/m) |
| <b>Materia insoluble en alcohol</b> | 1,0 (m/m)         | INEN 817         | 1,2 (m/m)  |
| <b>Materia insoluble en agua</b>    | 0,12(m/m)         | INEN 816         | 0,2 (m/m)  |

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de pH, y Materia insoluble en alcohol se encuentran dentro de los rangos que estipulan las normas INEN. Al igual que la Alcalinidad libre (NaOH) y la Materia insoluble en agua

#### 4.4. CONTENIDO POLIFENÓLICO MÉTODO (FOLIN CIOCOATEAU)

En la Figura 10 se observan las diferencias en cuanto a polifenoles totales expresados en 1/10 (1% de muestra con 9% de agua destilada), la muestra con el mayor porcentaje de polifenoles es 76,676 Gálico (mg/L) con temperatura de 90°C y un tiempo de 2 min de los componentes básicos del producto y de la formulación final del jabón líquido por tratamiento.



Figura 10. Actividad polifenólica por el método Folin-Ciocalteu (mg/L) de jabón líquido con aceite vegetal de *G. neuberthii* (2 repeticiones)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18. Resultados del análisis de varianza para la comparación de polifenoles totales.**

| Fuente                    | Suma de los cuadrados | G.l | Media cuadrática | Valor f | P-value |                  |
|---------------------------|-----------------------|-----|------------------|---------|---------|------------------|
| <b>Modelo</b>             | 0.0982                | 3   | 0.0327           | 22.85   | 0.0005  | significativo    |
| <b>A-<br/>Temperatura</b> | 0.0620                | 1   | 0.0620           | 43.26   | 0.0003  |                  |
| <b>B-Tiempo</b>           | 0.0346                | 1   | 0.0346           | 24.15   | 0.0017  |                  |
| <b>AB</b>                 | 0.0016                | 1   | 0.0016           | 1.13    | 0.3222  |                  |
| <b>Residuo</b>            | 0.0100                | 7   | 0.0014           |         |         |                  |
| <b>Falta de ajuste</b>    | 0.0045                | 1   | 0.0045           | 4.92    | 0.0683  | No significativo |
| <b>Error puro</b>         | 0.0055                | 6   | 0.0009           |         |         |                  |
| <b>Correlación Total</b>  | 0.1082                | 10  |                  |         |         |                  |

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico con los datos de la medición Polifenolítica, los valores A-temperatura 0,0003 y los valores de B-tiempo 0,0017 son significativos, pero en la interacción de AB resulta no ser significativos

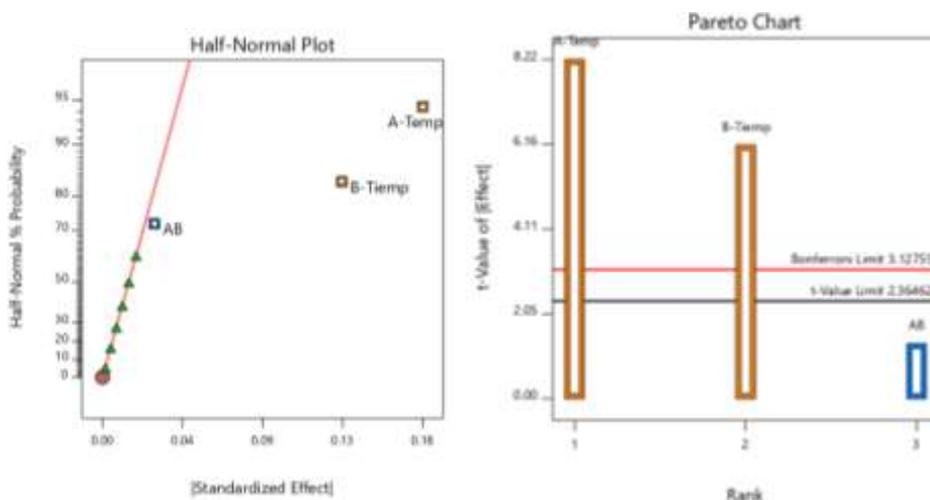


Figura 11. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido de polifenoles. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto.

Fuente: elaboración propia

El modelo codificado se usó para generar gráficos de superficie, para análisis de los efectos variable sobre el rendimiento de los compuestos de polifenoles totales. Las interacciones de los factores estudiados en las variables dependientes se pueden observar que el tiempo de 2 min con temperatura de 90 °C influyo significativamente sobre las cantidades totales de polifenoles.

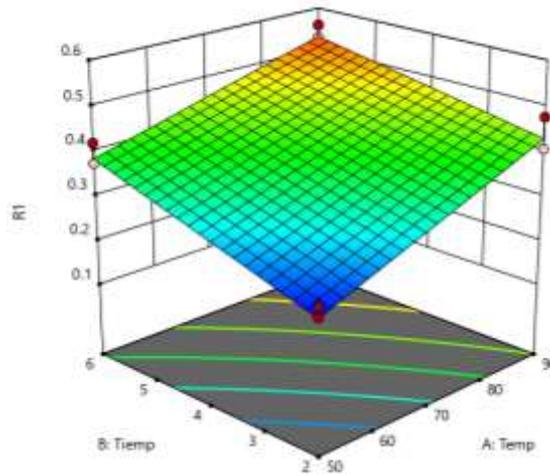


Figura 12. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido polifenólico. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto

Fuente: elaboración propia

#### 4.5. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE MÉTODO FRAP

En la Figura 13 se aprecia las diferencias de la actividad antioxidante FRAP expresado en 1/100 (1% de muestra y 90% de agua destilada) la muestra que mayor cantidad de antioxidantes es: 25,1173 Trolox (mg/L) con temperatura de 90°C y un tiempo de 2 min, de los componentes básicos del producto y de la formulación final del jabón líquido por tratamiento.

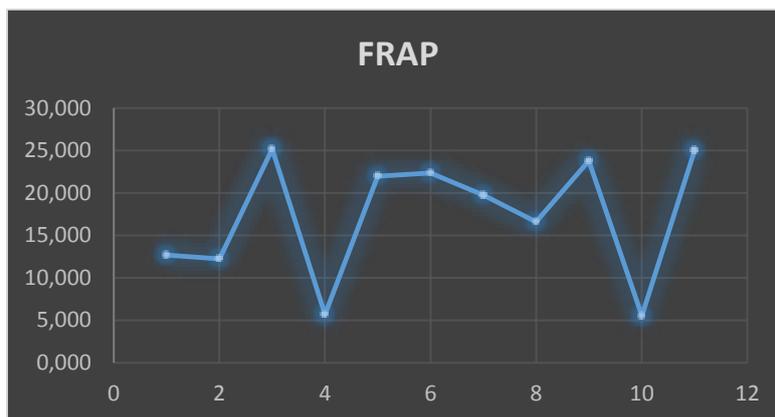


Figura 13. Actividad antioxidante por el método FRAP (mg/L) jabón líquido de Sacha Mangua (*Grias neuberthii* J.F.Mcbr) (dos repeticiones).

Fuente: elaboración Propia

**Tabla 19. Resultados del análisis de varianza para la comparación de la actividad antioxidante (FRAP).**

| FUENTE                 | SUMA DE LOS CUADRADOS | G.L | MEDIA CUADRATICA | VALOR F | P-VALUE |                  |
|------------------------|-----------------------|-----|------------------|---------|---------|------------------|
| Modelo                 | 0.0107                | 3   | 0.0036           | 25.72   | 0.0004  | significativo    |
| <b>A- Temperatura</b>  | 0.0073                | 1   | 0.0073           | 52.64   | 0.0002  |                  |
| <b>B-Tiempo</b>        | 0.0033                | 1   | 0.0033           | 23.59   | 0.0018  |                  |
| <b>AB</b>              | 0.0001                | 1   | 0.0001           | 0.9205  | 0.3693  |                  |
| Residuo                | 0.0010                | 7   | 0.0001           |         |         |                  |
| <b>Falta de ajuste</b> | 2.482E-06             | 1   | 2.482E-06        | 0.0153  | 0.9055  | no significativo |
| <b>Error Puro</b>      | 0.0010                | 6   | 0.0002           |         |         |                  |
| Correlación Total      | 0.0117                | 10  |                  |         |         |                  |

Fuente: Elaboración Propia

En el análisis estadístico con los datos de la medición antioxidante FRAP, los valores A-temperatura 0,0002 y los valores de B-tiempo 0,0018 son significativos, pero en la interacción de AB resulta no ser significativos

El valor F de falta de ajuste de 0.02 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el error puro. Hay un 90.55% de posibilidades de que se produzca un valor F de falta de ajuste tan grande debido al ruido.

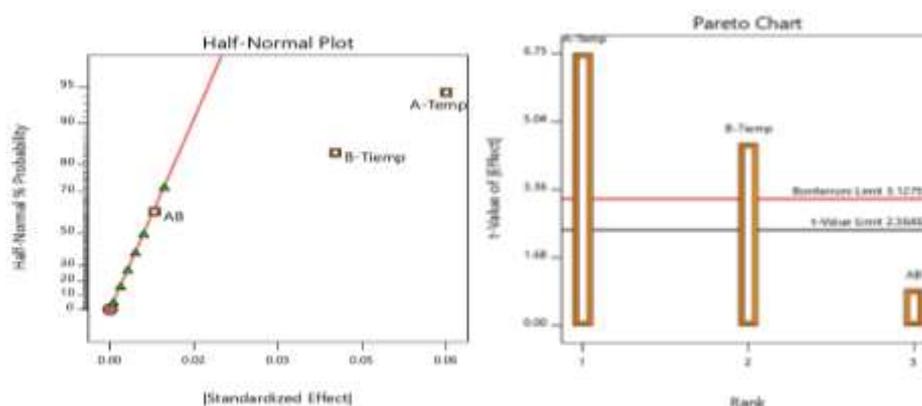


Figura 14. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido de antioxidantes método FRAP. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

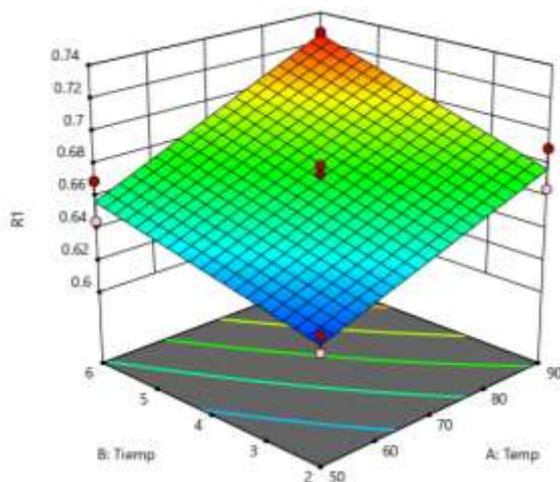


Figura 15. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido FRAP. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.6. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE MÉTODO ABTS.

En la Figura 16 se aprecia las diferencias de la actividad antioxidante por el método de ABTS la mejor muestra es la de 1600,196 Trolox (mg/L) con temperatura de 90°C y un tiempo de 2 min, de los componentes básicos del producto y de la formulación final del jabón líquido por tratamiento.

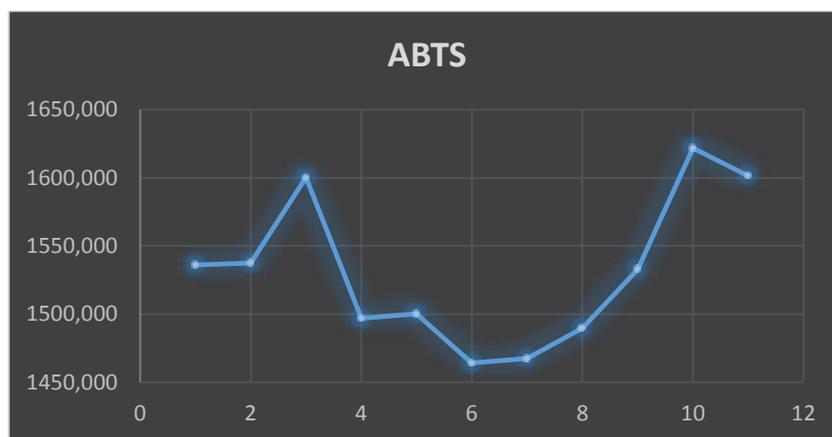


Figura 16. Actividad antioxidante por el método ABTS (mg/L) de jabón líquido de Sacha Mangua (*Grias neuberthii* .J.F.Mcbr) (dos repeticiones).

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 20. Resultados del análisis de varianza para la comparación de la actividad antioxidante (ABTS).**

| <b>Fuente</b>             | <b>Suma de cuadrados</b> | <b>g.l</b> | <b>Media cuadrática</b> | <b>Valor F</b> | <b>p-value</b> |                  |
|---------------------------|--------------------------|------------|-------------------------|----------------|----------------|------------------|
| Modelo                    | 0.0107                   | 3          | 0.0036                  | 25.72          | 0.0004         | significativo    |
| <b>A-<br/>Temperatura</b> | 0.0073                   | 1          | 0.0073                  | 52.64          | 0.0002         |                  |
| <b>B-Tiempo</b>           | 0.0033                   | 1          | 0.0033                  | 23.59          | 0.0018         |                  |
| <b>AB</b>                 | 0.0001                   | 1          | 0.0001                  | 0.9205         | 0.3693         |                  |
| Residuo                   | 0.0010                   | 7          | 0.0001                  |                |                |                  |
| <b>Falta de ajuste</b>    | 2.482E-06                | 1          | 2.482E-06               | 0.0153         | 0.9055         | No significativo |
| <b>Error Puro</b>         | 0.0010                   | 6          | 0.0002                  |                |                |                  |
| Correlación Total         | 0.0117                   | 10         |                         |                |                |                  |

Fuente: Elaboración Propia

En el análisis estadístico con los datos de la medición antioxidante ABTS, los valores A-temperatura 0,0002 y los valores de B-tiempo 0,0018 son significativos, pero en la interacción de AB resulta no ser significativos en cuanto al valor F del modelo de 25.72 implica que el modelo es significativo. Solo hay una probabilidad de 0.04% de que un valor F tan grande pueda ocurrir debido al ruido.

Los valores P inferiores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, A, B son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), la reducción del modelo puede mejorar su modelo.

El valor F de falta de ajuste de 0.02 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el error puro. Hay un 90.55% de posibilidades de que se produzca un valor F de falta de ajuste tan grande debido al ruido.

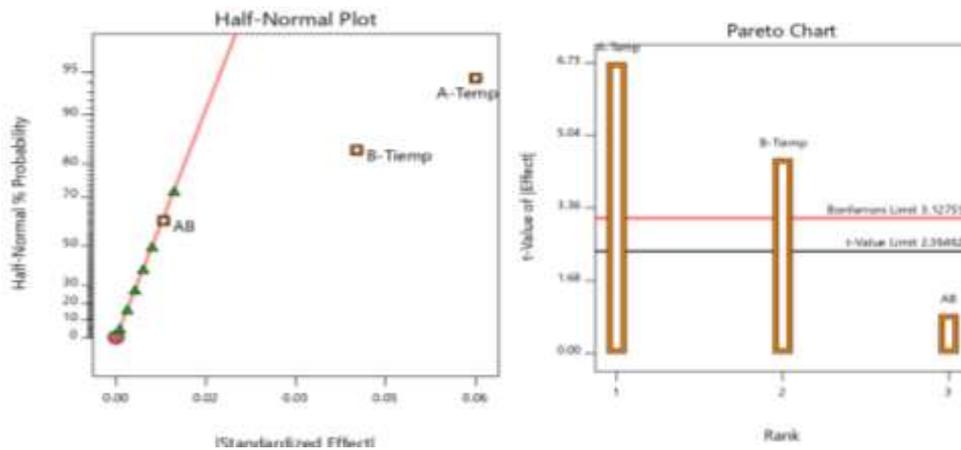


Figura 17. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido de antioxidantes ABTS. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto.

Fuente elaboración propia

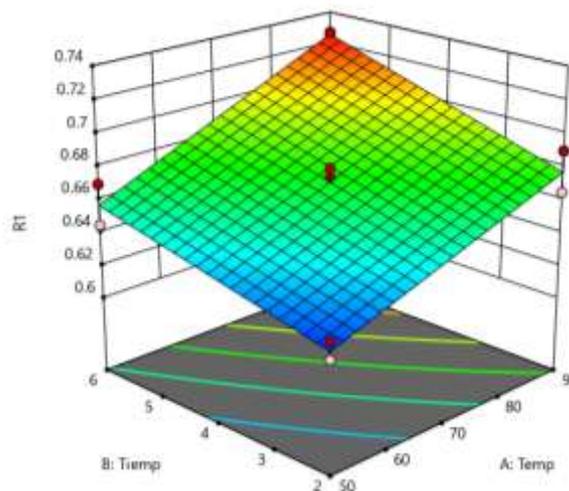


Figura 18. Efecto de los factores temperatura y tiempo en el contenido antioxidante ABTS. A – gráfico de probabilidad; B – diagrama de Pareto.

Fuente elaboración propia

García et al. (2011) evaluaron la actividad antioxidante "in vivo" del Chope (*Gustavia augusta* L), Sacha mangua (*Grias neubertii* J.F. Macbr), y Macambo (*Theobroma bicolor*), de frutos colectados en la región amazónica peruana. Fueron utilizados 32 ratones albinos del linaje Wistar. Se les dividió en cuatro grupos de ocho animales y un grupo de control. Se les administró 200 µl de los extractos acuosos de los frutos en estudio, y a los de control una solución de glucosa al 1%. Se evaluó en un periodo de 28 días y se obtiene que: En el tejido adiposo, los ácidos grasos poliinsaturados fueron superiores a los de control, destacando el grupo de macambo con 40%. En el hígado, el sachamango logró proteger mejor los ácidos grasos y presenta el valor de 51,11%. En el cerebro, hubo un incremento en la concentración de ácido oleico para los grupos de sachamango

21,55% y macambo 21,77%; ácido linoleico para los grupos chope y sachamangua (1,29 y 1,37%). Los ácidos grasos poliinsaturados fueron superiores a los de control, destacando chope 48,14% y macambo 48,57%. Estos mismos autores evaluaron la actividad antioxidante *in vitro* de los extractos y de las fracciones fenólicas de la pulpa del fruto de sachamangua en los sistemas acuoso y lipídico. Así como también fueron identificados los compuestos responsables por la actividad antioxidante. Se puede observar que los porcentajes de inhibición de la oxidación del extracto acuoso, tanto a 50 ppm como a 100 ppm, son mayores que el obtenido por el antioxidante sintético BHT en las mismas concentraciones; siendo que, los extractos etéreo y etílico presentan valores menores cuando son comparados con el BHT. Sin embargo, los tres extractos de la muestra cuando son mezclados con el BHT, en la proporción de 1: 1, presentan valores mayores que los obtenidos con los respectivos extractos y el BHT individualmente, indicando con eso que hubo sinergismo. Los compuestos responsables, por la elevada actividad antioxidante encontrada en este fruto, son los compuestos fenólicos identificados en los extractos y en las fracciones fenólicas de la harina del fruto empleando la cromatografía gaseosa acoplada a un espectro de masa. Entre estos compuestos se tiene: catecol, gliciteina, trans cinámico, cinámico, ferúlico, cafeico, sináptico, chrisitina y la daidzeína.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- En el diseño estadístico factorial se determinó que el factor A-temperatura influyó de manera significativa con un 0,0001 inferior al  $< 0,05$  p-valúe lo cual significa que el parámetro demostrado puede inferir como acción dominante en la pasta jabonosa, una vez realizada la saponificación del aceite vegetal de Sacha mangua (*Grias neuberthii* J.F.MacBr).
- El resultado del análisis fisicoquímico en cuanto al pH fue de 8,2 (m/m),y la materia insoluble en alcohol fue de 1,0 (m/m) se determina que están dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN, de igual manera la Alcalinidad libre (NaOH) 0,11 (m/m) y la Materia insoluble en agua 0,12 (m/m)
- El jabón líquido con actividad antioxidante por los métodos ABTS, FRAP y Folin Ciocoaleau, es un producto apto para higiene personal. Los análisis fisicoquímicos realizados, se rigen y cumplen con lo que dictaminan las normas INEN con valores que se encuentran dentro de los parámetros establecidos

#### 5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar un análisis de costos del producto final.
- ✓ Se recomienda experimentar con otros productos oleaginosos amazónicos como alternativa viable para el desarrollo científico y socio económico del sector.

## CAPÍTULO VI

### 6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Azuola, R. (2007). *Extracción de Sustancias Asistida po Altrasonido (EUA)*. Tecnología en Marcha.
- Cabezas Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *scielo.*, 1 - 5. Recuperado el 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v64n4/0120-0011-rfmun-64-04-00761.pdf>
- Calderon, C. (2012). Utilización del aceite de palma en la fabricación de jabón. Bogota, Colombia: Commodity Supply Manager.
- Calderon, L. (18 de Agosto de 2009). *SlideShare*. Recuperado el 18 de Febrero de 2020, de <https://es.slideshare.net/janoac/proceso-d-extraccion-de-aceites>
- Camacho, M. (1990). *ASPECTOS TEÓRICOS CONCEPTUALES A CONSIDERARSE EN EL MANEJO DEL ECOSISTEMA AMAZÓNICO*. QUITO - ECUADOR: IDIS.
- Camacho, M. (1990). *Aspectos Teóricos Conceptuales a considerarse en el manejo del Ecosistema Amazónico: Caso Región Amazónica Ecuatoriana*. Quito - Ecuador: ILDIS. Recuperado el 2020
- Cervantes, R. M. (2015). *Evaluación De La Actividad Antioxidante E Irritabilidad Dérmica Del Aceite De Ungurahui oenocarpus bataua para uso cosmético(Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional San Luis Gozaga de Ica, San Luis-Peru. Obtenido de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4351/Camacho\\_cr.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4351/Camacho_cr.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Donat, V. (2007). Aceites Vegetales en Cosmética. *Primavera*, 52-55.
- Duque, K. L. (2013). *Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro del aceite esencial de hierba luisa (Cymbopongo Citratus(DC)STAPF) POACEAE en una formulación cosmética con finalidad antiacnéica (Tesis de grado)*. Universidad Politecnica Salesiana sede en Quito, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6005/1/UPS-QT03735.pdf>
- Durán, S. (2015). ACEITES VEGETALES DE USO FRECUENTE EN SADAMERICA: CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES. *NUTRICIÓN HOSPITALARIA*, 11,12.
- Eco Natura. (2019). *Eco Natura*. Recuperado el 2020, de <https://eoonatura.com/sacha-mangua/>: <https://eoonatura.com/sacha-mangua/>

- Espinoza, A. (2010). *Estudio de aceites vegetales Análisis de Calidad, Rotulación, Información Nutricional e Imagen*. ODECU. Obtenido de <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2010-estudio-aceites-vegetales.pdf>
- García, D. (2002). *Caracterización Química y evaluación de la actividad antioxidante de los frutos de la chopé Amazon (Augusta Gustavia L.) Mangua escarda (Grias neuberthii Macbr) y Macambo (Theobroma Bicolor)*. Universidad de San Pablo , Sao Paulo- Brazil.
- Gobierno Autonomo descentralizado de la provincia de Pastaza. (2012). *PLAN DE DESARROLLO DE LA PROVINCIA DE PASTAZA AL AÑO 2025 ACTUALIZADO*. PLAN DE DESARROLLO DE LA PROVINCIA DE PASTAZA AL AÑO 2025 ACTUALIZADO. Obtenido de [http://www.pastaza.gob.ec/leytransparencia/k/plan\\_desarrollo\\_pastaza\\_2012\\_actualizado.pdf](http://www.pastaza.gob.ec/leytransparencia/k/plan_desarrollo_pastaza_2012_actualizado.pdf)
- Gomez, L. A. (2016). *Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Iquitos. (Tesis de pregrado)*. Peru. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Iquitos, Iquitos-Peru. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3300>
- Gonzáles. (2017). *Evaluación del Impacto Social de la Tecnología en España y Portugal*. España.
- Health, N. P. (2009). *Nutri-Facts : Todo Sobre Vitaminas y más*. Recuperado el 17 de Febrero de 2020, de [https://www.nutri-facts.org/es\\_ES/nutrients/essential-fatty-acids/essential-fatty-acids.html](https://www.nutri-facts.org/es_ES/nutrients/essential-fatty-acids/essential-fatty-acids.html)
- INEN. (1982). *Agentes Tensoactivos Determinacion de pH*. Norma Tecnica Ecuatoriana, Quito. Recuperado el 2020, de <https://181.112.149.204/buzon/normas/820.pdf>
- INEN 820. (1982-02). *Agentes Tensoactivos Determinacion del pH*. Instituto Ecuatoriano De Normalizacion, Quito. Recuperado el 2020, de <https://181.112.149.204/buzon/normas/820.pdf>
- INEN 850. (2016). *Norma tecnica ecuatoriana*. Quito Ecuador. Recuperado el 2020, de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_850-2.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_850-2.pdf)
- INEN 850. (2016). *PRODUCTOS COSMÉTICOS. JABÓN LÍQUIDO DE TOCADOR. REQUISITOS*. Instituto Ecuatoriano de Normalizaion, Quito. Recuperado el 2020, de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_850-2.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_850-2.pdf)
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana . (s.f.). *Sistema de Información IIAP*. Obtenido de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/CDinvestigacion/IIAP/IIAP2/CapituloIII-40.htm#TopOfPage>
- Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana. (2015). *Cultivo De Sacha Mangua* . Recuperado el 2020, de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/CDinvestigacion/IIAP/IIAP2/CapituloIII-40.htm#TopOfPage>

- Iris F. F. Benzie\*, 1. a. (23 de January de 1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *ANALYTICAL BIOCHEMISTRY* 239, 70–76 (1996), 4 -7. Recuperado el 2020, de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31162241/The\\_Ferric\\_Reducing\\_Ability\\_of\\_Plasma\\_%28FRAP%29\\_as\\_a\\_Measure\\_of\\_Antioxidant\\_Power.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DThe\\_ferric\\_reducing\\_ability\\_of\\_plasma\\_FR.pdf&X-Amz-Algorithm](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31162241/The_Ferric_Reducing_Ability_of_Plasma_%28FRAP%29_as_a_Measure_of_Antioxidant_Power.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DThe_ferric_reducing_ability_of_plasma_FR.pdf&X-Amz-Algorithm)
- Kuskoski, E. M. (2006). Actividad antioxidante de pulpas de frutos tropicales: Aplicación del método abts. *IDUS*, 2 -4. Recuperado el 2020, de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/86563/Actividad%20antioxidante%20de%20pulpas%20de%20frutos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Leyva Arévalo, M. E. (2016). *Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana(Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos-Peru. Obtenido de <https://www.docsity.com/en/tesis-obtencion-de-jabon-liquido/4421061/>
- Leyva Arévalo, M. E. (2016). *Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Iquitos. (Tesis de pregrado)*. Peru. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Iquitos. (Tesis de pregrado), Iquitos-Peru. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3300>
- Miranda, K. O. (2015). *Diseño de una planta para la extracción de aceite de origen vegetal comestible de las semillas de Chia (Salvia Hispanica) mediante prensado(Tesis de grado)*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10365/3/CD-6164.pdf>
- Montiel, W. d. (2017). *Elaboración de un jabón líquido para uso industrial a partir de glicerina como subproducto de biodiesel, en el laboratorio 101 del Departamento de química de la UNAN- Managua, Agosto a Diciembre 2016 (Tesis de grado)*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Obtenido de [http://repositorio.unan.edu.ni/3797/1/51773.pdf?fbclid=IwAR25QS10ZKtDTWKdD6wZSgk-psCs7kW7IjbuVHMJXhMC7vpyIKOK\\_cwpVa4](http://repositorio.unan.edu.ni/3797/1/51773.pdf?fbclid=IwAR25QS10ZKtDTWKdD6wZSgk-psCs7kW7IjbuVHMJXhMC7vpyIKOK_cwpVa4)
- Mori, X. C. (06 de Agosto de 2012). *sweetgum*. Recuperado el 2020, de <http://sweetgum.nybg.org/science/projects/lp/taxon-details/?irn=133592>
- Pérez, J. (2007). *RESUMEN DE LA TESIS "METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE INGREDIENTES FUNCIONALES ANTIOXIDANTES*.
- Quintanar, M. (2009). LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL. BASES Y APLICACIONES. *REDALYC*, 89.
- Revisata Espores. La veu Botanic. (09 de Septiembre de 2013). *Espores la Veu del Botánic*. Obtenido de <https://espores.org/es/plantas/sabonoses-les-plantas-que-ens-netegen.html>

- Rodríguez, D. T. (2017). *Estracción de aceites de origen vegetal (Tesis de grado)*. Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Habana. Obtenido de file:///C:/Users/CYBER01/AppData/Local/Temp/Monografa-Extracciondeaceitesdeorigenvegetal.pdf
- Rojas, S. (06 de Febrero de 2017). *SlideShare*. Recuperado el 2020, de <https://www.slideshare.net/shamikito/sacha-mango-grias-neuberthii>
- Rojas, S. (06 de Febrero de 2017). *SlideShare*. Obtenido de Exposición de frutales nativos.: <https://es.slideshare.net/shamikito/sacha-mango-grias-neuberthii>
- Romero, M. (2018). *Usos Tradicionales y Actuales de los Aceites Esenciales*. Sevilla, España.
- Steger, E. (2012). *Soft & Pure: Producción de Jabón*. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Química, Mérida -Venezuela.
- Tabio, D. (2017). *Extracción de aceites de origen vegetal*. Universidad Tecnológica de la Habana "José Antonio Echeverría", Habana, Cuba.
- Vargas-Zárate, C. C.-T. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Scielo*, 1 - 5. Recuperado el 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v64n4/0120-0011-rfmun-64-04-00761.pdf>
- Vázquez, E. (01 de Mayo de 2014). *Revisata Digital UNAM*. Recuperado el 18 de Febrero de 2020, de <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/>
- Velásquez, E. B. (septiembre de 2013). *Apuntes sobre la Biodiversidad del Ecuador*. Quito , Pichincha, Ecuador: Editorial Universitaria Abya - Yala.
- Yépes, D. (2017). *Extracción Termomecánica y caracterización fisicoquímica del aceite de aguacate (Persea Americana Mill. cv. Hass)*. Colombia: ISSN 0122-056X.